DIE NATURWISSENSCHAFTEN

23. Jahrgang | 19. Juli 1935 | Heft 29

Santiago Ramón y Cajal (1852—1934).

Von M. v. Lenhossék, Budapest.

Nach einem langen, völlig von hingebungsvollster und erfolgreichster wissenschaftlicher Arbeit erfüllten Leben verschied am 17. Oktober 1934 im hohen Alter von zweiundachtzig Jahren der große spanische Nervenforscher Ramón y Cajal. Mit ihm schied ein Mann aus dem Leben, der das Forschungsgebiet, dem sein Lebenswerk galt, durch eine schier unübersehbare Fülle von Entdeckungen bereicherte und mit reichstem Inhalt erfüllte. Was die Wissenschaft dem spanischen Meister zu verdanken hat, weiß vielleicht keiner besser zu schätzen und richtiger zu beurteilen als der Schreiber dieser Zeilen, der den Stand unseres Wissens auf dem fraglichen Gebiet vor dem meteorenhaften Auftreten R. y Cajals kannte und Schritt für Schritt die mit beispielloser Ausdauer bis zum Lebensende fortgeführte Pionierarbeit des Forschers verfolgen konnte.

Geboren am 1. Mai 1852 als Sohn eines in einem entlegenen aragonischen Dorf wirkenden bescheidenen Wundarztes II. Klasse, der später nach nachträglicher Erlangung des Ärztediploms am Anatomischen Institut der Universität Saragossa als Prosektor angestellt wurde, fand er als Kind wenig Gefallen an den Büchern. Hieraus läßt sich teilweise verstehen, daß der strenge Vater den Sohn nach der Elementarschule für volle zwei Jahre als Lehrling zunächst in eine Barbierstube, dann in drei Schusterwerkstätten gab. Später ergaben sich wieder daraus Streitigkeiten, daß der eigensinnige Sohn gegen den väterlichen Willen Maler werden wollte. Wir erblicken darin schon eine Auswirkung des großen Zeichentalentes und der beispiellosen visuellen Beobachtungsgabe, die die Grundlage seiner späteren Erfolge als Forscher bildete und den Stempel auf seine Forschertätigkeit aufdrückte. Schließlich legten sich die Wellen dieser Differenzen und schon in den höheren Gymnasialklassen und noch mehr an der medizinischen Fakultät in Saragossa, die der zum Arzt bestimmte Sohn bezog, konnten sich die Fähigkeiten des reichbegabten Jünglings ruhig entwickeln. Er wandte sich der Theorie zu, wurde Assistent und später Privatdozent am Anatomischen Institut und erhielt schon mit 31 Jahren den anatomischen Lehrstuhl in Valencia. Hier blieb er bis 1887, in welchem Jahre er nach Barcelona versetzt wurde. Merkwürdigerweise lassen die verschiedenen, in spanischen Zeitschriften veröffentlichten histologischen und bakteriologischen Arbeiten, die während dieser ersten Periode seines Schaffens aus seiner Feder erschienen, bei aller Tüchtigkeit noch nicht die überragenden Eigenschaften des späteren Forschers erkennen; erst mit dem Ende der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts — er war mittlerweile fünfunddreißig Jahre alt geworden —, als er sein Interesse dem feineren Bau des Nervensystems zuwandte, gelangte er auf ein Forschungsgebiet, das der Eigenart seiner Begabung völlig entsprach. Es fällt dies zeitlich mit dem Antritt der Professur in Barcelona zusammen. Hier beginnt erst eigentlich seine glänzende wissenschaftliche Laufbahn. Besonders waltete über dem Jahr 1888 ein glücklicher Stern; in dieses Jahr fallen seine belangreichsten Entdeckungen, er selbst nennt es den Zenith seiner wissenschaftlichen Tätigkeit (mi año cumbre, mi año de fortuna).

R. y Cajal ist eine einzigartige Erscheinung in der Geschichte der biologischen Wissenschaften. Ein Autodidakt in des Wortes vollster Bedeutung, hat er sich ohne Anleitung eines Meisters, ohne äußere Anregung, in völliger wissenschaftlicher Vereinsamung aus eigener Kraft zu einem Meister seines Faches ausgebildet, der die wissenschaftliche Welt sofort mit vollendeten Leistungen überraschte.

Ich kann mich noch lebhaft des großen Aufsehens erinnern, das Cajals Vortrag über den Bau des Kleinhirns, des Rückenmarkes und der Netzhaut auf dem Anatomenkongreß in Berlin im Oktober 1889 in den Fachkreisen hervorrief. Angesichts der vorgezeigten Präparate mußten alle Zweifel über die Realität der vorgetragenen bahnbrechenden neuen Tatsachen schwinden. Der ehrwürdige Nestor der deutschen Anatomen, Albert v. Kölliker, erkannte sofort die große Bedeutung der neuen Befunde und verschaffte ihnen und ihrem Urheber mit dem Gewicht seiner großen Autorität sofort Geltung. Schon früher hatte W. Krause dem spanischen Forscher die ersten Schritte in die weitere Öffentlichkeit ermöglicht, indem er ihn veranlaßte, einige seiner Befunde in der von ihm redigierten deutschen anatomischen Zeitschrift zu veröffentlichen. Sein fremdartig klingender Name wurde in den Fachkreisen bald allgemein bekannt, die zuerst von ihm fast vor einem halben Jahrhundert beschriebenen Tatsachen gehören auch heute noch zum eisernen Bestand unseres Wissens. Bald folgten in den folgenden Jahren in ununterbrochener Reihe neue grundlegende, aufsehenerregende Entdeckungen.

1892 wurde der schon damals berühmte Gelehrte nach Madrid für das Lehramt der Histologie und pathologischen Anatomie berufen. Im Jahre 1900, als Cajal auf dem Pariser Internationalen medizinischen Kongreß den sog. Moskauer Preis erhielt, errichtete die spanische Regierung ein

besonderes Forschungsinstitut, das Laboratorio de Investigationes biologigas für ihn, das später den Kern des viel größeren Instituto Cajal bildete. In dieser Heimstätte der Forschung konnte sich Cajal, umgeben von begabten Schülern und Mitarbeitern, als Forscher völlig ausleben und in unausgesetzter Arbeit sein Lebenswerk zu Ende führen.

Im Laufe der Jahre und Jahrzehnte strömten ihm die höchsten Auszeichnungen, die einem Gelehrten zuteil werden können, aus allen Ländern zu. Er wurde Mitglied von mehr als siebzig wissenschaftlichen Vereinen und Akademien, Ehrendoktor mehrerer Universitäten (Würzburg, Louvain, Paris, Cambridge, Oxford). 1906 erhielt er mit Golgi zusammen den Nobelpreis, schon früher, 1904, die Goldene Helmholtz-Medaille der Berliner Akademie der Wissenschaften, eine Auszeichnung, die er als großer Verehrer der deutschen Wissenschaft am höchsten schätzte.

Was Cajals Arbeiten so wertvoll macht, ist die phänomenale Schärfe, Treffsicherheit und absolute Zuverlässigkeit seiner Beobachtung, seine Fähigkeit, aus chaotischen Bildern sofort das Wesentliche herauszufinden, und dazu die außerordentliche Klarheit seiner Darstellung, ferner sein Bestreben, von seinem Gegenstand möglichst ein abgerundetes Ganzes zu geben. Cajal war reiner Morphologe, ein Morphologe aber, der es verstand, seine Beobachtungen so eingehend und erschöpfend zu gestalten und so organisch aneinanderzureihen, daß sich das physiologische Geschehen aus dem histologischen Bilde von selbst ergab. Am überraschendsten zeigt sich dies in seiner berühmten Arbeit über den feinen Bau der Netzhaut, worüber eigentlich bis Cajal nichts Brauchbares vorlag, während sich aus seiner Darstellung ein klares, abschließendes Bild über den Gang der Erregung durch die Zellschichten dieser zarten, durchsichtigen und doch so kompliziert gebauten Haut ergibt. Es ist keine Übertreibung, daß sich Cajal im Laufe seiner langen Forscherarbeit, während welcher er unzählige neue Beobachtungen beschrieb, fast niemals getäuscht hat. Es ist mir kein Fall bekannt, wo seine Beobachtungen von anderer Seite einer Korrektur bedürftig gewesen wären. In den wenigen Fällen, wo etwas zu verbessern oder zu ergänzen war, hat er es nachträglich selbst besorgt.

Einen großen Anteil an seinen Erfolgen als Forscher hat die ihm eigene inventiöse technische Begabung. Ein Meister in der Erfindung neuer mikrotechnischer Verfahren verstand er es, seine Methoden immerfort nach dem Objekt zu variieren. Denn mehr als auf anderen Gebieten der Forschung sind die Fortschritte unseres Wissens auf dem Felde der mikroskopischen Erkenntnis des Nervensystems von den Fortschritten der Technik abhängig.

Die ersten großen Entdeckungen Cajals und auch die nachfolgenden bis zum Jahre 1903 sind mit dem Chromsilberverfahren des Italieners Golgi gemacht. Die Methode ist schon 1873 beschrieben worden. Merkwürdig genug, daß das Verfahren außer seinem Erfinder nur von ganz wenigen benützt wurde, und auch das ohne nennenswerte Ergebnisse. Auch Golgi selbst war nicht der Mann, um den von ihm entdeckten Schatz völlig zu heben. Erst nach 15 Jahren, mit Cajal, gelangte das Verfahren in die Hand eines Meisters, der es völlig auszunützen verstand, allerdings erst nachdem er die etwas schwerfällige Methode wesentlich vereinfacht hat, vor allem aber dank dem glücklichen Einfall, daß er nicht erwachsene Tiere zu seinen Untersuchungen benützte, bei denen die Methode technisch schwer gelingt und die schon vollendete Komplikation der Elemente einen Überblick verhindert, sondern fast neugeborene und ganz junge Tiere. Hier liegt alles noch klarer, fast schematisch und auf kleinen Raum zusammengedrängt beisammen, auch gelingt die Reaktion leichter. In der Tat verdankt Cajal seine ersten Erfolge hauptsächlich dem letzthin genannten glücklichen technischen Griff. Cajal blieb mit seinen Forschungen an der Hand dieser Methode nicht lange allein, bald schlossen sich ihm in deren Benützung eine Reihe von Forschern aus verschiedenen Ländern an, durch deren vereinte Tätigkeit unter Cajals Führerschaft unser Wissen über den feinen Bau des Nervensystems in kurzer Zeit eine gewaltige Bereicherung erfuhr. Ich schätze mich glücklich, schon von Anfang der neunziger Jahre an mich an diesen Untersuchungen beteiligt zu haben. Von der kleinen Gruppe, die in dieser vielleicht für alle Zeiten erfolgreichsten, einige Jahre umfassenden Periode der Nervenforschung im Sinne der neuen Konzeption vom Bau des Nervensystems gewirkt und gekämpft haben, lebt nun, nach R. y Cajals Tod, außer mir keiner mehr. Kölliker, Retzius, van Gehuchten und die anderen weilen schon lange nicht mehr unter den Lebenden.

1903 beginnt eine neue Periode seines Schaffens. In diesem Jahre erfand er die erste Silberreduktionsmethode, die er bis zum Lebensende benutzte und die uns wieder großartige Einblicke in den Bau der Nervenelemente ermöglichte. An Cajals Methode schlossen sich bald die analogen Verfahren von Bielschowsky, Schultze-Gros u. a. an. Dazu kamen dann vom Jahre 1913 an die ebenfalls von Cajal erdachten Goldchloridmethoden, die der Erforschung des Stützgewebes der Nervenzentren, der „Neuroglia", eine neue Bahn eröffneten. Auch hier wirkte er technisch und als Forscher als Bahnbrecher.

Es wäre unmöglich, selbst die wichtigsten seiner Arbeiten hier auch nur in Umrissen anzuführen. Sie beziehen sich von den neunziger Jahren an ausschließlich auf das Nervensystem und auf den Nervenapparat der Sinnesorgane und erstrecken sich auch teilweise auf Wirbellose. Von großer Bedeutung sind seine Forschungen über die Entartung und Neubildung der Nervenfasern im peripherischen Nervensystem, bei denen er sich reich-

lich des Experimentes bediente. Sein Schaffen ist unübersehbar, es ist seiner Menge und seinem Werte nach fast ein alleinstehendes Wunder in der Wissenschaft. Als er starb, enthielt sein Schriftenverzeichnis 250 Nummern, ausschließlich Beschreibungen eigener Befunde, neuer Tatsachen, ohne Wiederholungen. Es gibt kein Kapitel der Histologie des Nervensystems, das nicht die Spuren seiner Hand trägt, viele sind sein ausschließliches Werk. Mehrere seiner Werke und Aufsätze sind ins Deutsche, Französische und Englische übersetzt. Er schrieb in der ersten Zeit ausschließlich in spanischer Sprache in der von ihm herausgegebenen Zeitschrift, die er an eine große Zahl von ausländischen Fachgenossen verschickte, später hauptsächlich französisch. Viele seiner Abhandlungen sind in deutschen Zeitschriften erschienen.

Das Schaffen Cajals entzieht sich wegen seiner Menge einer Einzelanalyse. Doch kann ich nicht umhin, eine der wesentlichsten Seiten seiner Forschung zur Sprache zu bringen. Diese bezieht sich auf die Neuronlehre, d. h. auf die Lehre von den Nerveneinheiten, welche Lehre an ihm ihren überzeugtesten und bedeutendsten Vertreter fand.

Es ist nicht leicht, einem nicht fachmännischen Leserkreis das Wesentliche dieser Lehre klarzumachen. Jedem Gebildeten dürfte es bekannt sein, daß die wesentlichsten mikroskopischen Elemente unseres Nervensystems die Nervenzellen und Nervenfasern sind. In den Nervenzellen erblicken wir die eigentlichen aktiven Elemente des Nervenapparates, in den Nervenfasern dagegen nur Leitungsdrähte, bestimmt, die Erregungen von der Nervenzelle weg oder zu ihr hinzuleiten. Seit dem Jahre 1851 weiß man, daß zwischen beiden ein unmittelbarer Zusammenhang besteht. Doch blieb es fraglich, in welchem Verhältnis die Nervenzellen zueinander stehen und wie die Nervenfasern im Zentralnervensystem und an der Peripherie endigen.

Nach mannigfachen haltlosen Spekulationen war es die Entwicklungsgeschichte, die der richtigen Erkenntnis den Weg bahnte. Aus den umfassenden Untersuchungen des großen Leipziger Embryologen Wilhelm His ging seit dem Jahre 1879 hervor, daß die Nervenfasern im Keimling aus den anfangs fortsatzlosen Nervenzellen, den Neuroblasten, hervorwachsen, und zwar mit geringen Ausnahmen je eine Faser aus je einer Zelle, und daß sie in ihrem Wachstum mit freiem Ende gleichsam zielbewußt dem im Organisationsplan ihnen zugeteilten Endigungsgebiet zustreben, um an Ort und Stelle angelangt, sich in eine zumeist baumförmige Verästelung aufzulösen. Hieraus mußte sich die Auffassung des Nervensystems als eines Komplexes unzähliger selbständiger Einheiten, bestehend aus Nervenzelle, Nervenfaser und Endbäumchen, von selbst ergeben. Das ist der wesentliche Inhalt der sog. Neuronenlehre; das Wort Neuron stammt freilich nicht von His, sondern von dem verstorbenen hervorragenden Berliner Anatomen Waldeyer, der an diesen Untersuchungen allerdings keinen unmittelbaren Anteil hatte, aber das unleugbare Verdienst hat, in einem klar geschriebenen Referat im Jahre 1891 der Nerveneinheit durch einen glücklich gewählten griechischen Namen Popularität verschafft zu haben. Noch klarer formuliert und ausführlicher begründet tritt der Neuronenbegriff in jener Darstellung hervor, die ich in demselben Jahre, fast gleichzeitig mit Waldeyers Referat in der Zeitschrift „Fortschritte der Medizin" vom feineren Bau des Nervensystems gab und die im Jahre 1893 wesentlich erweitert, ausschließlich die Ergebnisse eigener Untersuchungen und Nachforschungen enthaltend, als besonderes Buch erschien.

Doch waren die von His angewendeten einfachen mikrotechnischen Methoden nicht geeignet, eine so minutiöse Frage, wie die nach den feineren Beziehungen der Nervenelemente zueinander, einer jeden Zweifel ausschließenden Lösung zuzuführen. Hier bedurfte es spezieller Methoden der mikroskopischen Nervenforschung.

Ende der achtziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts setzte nun die bahnbrechende Arbeit Cajals ein. Ihm gelang es, mit dem von ihm vereinfachten Chromsilberverfahren die noch fehlenden feinen Einzelheiten nachzutragen. Erst diese Untersuchungen, zusammen mit der Mitarbeit der obengenannten Forscher, stellten mit der in der Wissenschaft erforderlichen Klarheit und Sicherheit den Sachverhalt fest. Wie verwickelt auch der Bau des Nervensystems sei, dieses scheinbare Labyrinth, dieser Reichtum der Gestaltung läßt sich auflösen in eine unendliche Anzahl miteinander in bestimmter Weise, und zwar durch innigen Kontakt (Synapse) und nicht durch Verschmelzung verketteter und zu Leitungsbahnen verbundener histologischer Einheiten, die, dicht vereinigt und durch indifferente Zwischenzellen verbunden, die massigen nervösen Zentralorgane aufbauen und als periphere Nervenstränge und Geflechte alle Teile des Körpers durchziehen.

Ramón y Cajal hat das große Verdienst, die Beziehungen der Nervenelemente zueinander und zu ihrem Erfolgsorgan in diesem Sinne in den meisten Teilen des Nervensystems durch seine virtuose Forschung in allen ihren Feinheiten ans Tageslicht gezogen zu haben. Ihm gebührt der Löwenanteil dessen, was hier ermittelt werden konnte. Auf der anderen Seite aber halte ich es doch für ein historisches Unrecht, wenn neuerdings in manchen Darstellungen der Name von His als Entdecker der Entwicklung der Nervenelemente und hierdurch als eigentlicher Begründer der Neuronenlehre gar nicht erwähnt wird. So kommt befremdlicherweise sein Name in dem kürzlich (1932) erschienenen großen dreibändigen englischen Sammelwerk von Penfield über die Cytologie des Nervensystems im Kapitel „Histogenese des Nervensystems" weder im Text noch im Schriftenverzeichnis vor. Ich erblicke darin ein Unrecht, um so mehr, da es sich bei His nicht um einen leichten Einfall, sondern um das Ergebnis

planmäßiger, gründlicher, durch mehrere Jahrzehnte fortgesetzter, in zahlreichen Aufsätzen dargelegter und verteidigter Untersuchungen handelt. Das Verdienst des Bahnbrechers kommt entschieden ihm zu, und ich halte es für ein Gebot der Gerechtigkeit, daß die Auswachsungslehre und der damit im Grunde identische Begriff der Nerveneinheit für alle Zeiten in erster Reihe mit dem Namen His verknüpft bleibe.

Durch die klaren, überzeugenden embryologischen Golgi-Bilder erhielt die Hissche Lehre bald ihre glänzende Bestätigung. Die hierauf bezüglichen Forschungen wurden von R. y Cajal und mir gleichzeitig im Jahre 1890 ausgeführt und hatten das gleiche Ergebnis. Bedurfte die Auswachsungslehre noch einer weiteren Bestätigung, so wurde ihr auch diese durch die epochemachenden Untersuchungen des Amerikaners R. G. Harrison 1906 zuteil. Harrison ist der Erfinder der in der experimentellen Pathologie gegenwärtig eine so große Rolle spielenden Gewebekulturen und konnte als erster das Hervorwachsen der Nervenfasern aus den embryonalen Nervenzellen am lebenden Objekt unmittelbar beobachten.

R. y Cajal stand auf Grund seiner Erfahrungen vom ersten Augenblick seiner Nervenforschungen auf dem Boden der Neuronen- und Kontaktlehre und hielt an diesen bis zum Schlusse seines Lebens fest. Während seiner ganzen Forscherlaufbahn hat ihn die Lehre von den Nerveneinheiten beschäftigt, und er widmete ihrer Begründung und Verteidigung mehrere besondere Aufsätze. Auch seine letzte, erst nach seinem Tode veröffentlichte, sehr eingehende histologische Arbeit: „Les preuves objectives de l'unité anatomique des cellules nerveuses" hat dieses Thema zum Gegenstande. In der Einleitung hebt er hervor, daß er keine polemische Arbeit liefern wollte, sondern nur eine kurze Beschreibung dessen, was er im Verlaufe seiner fünfzigjährigen Forschung *gesehen* hat. Ein solches Wort eines so bewährten Tatsachenerforschers sollte zur Vorsicht bei gegenteiliger Stellungnahme mahnen.

Denn auch dieser Lehre blieben Angriffe nicht erspart. Besonders haben sich manche bemüht, die sog. Fibrillehre gegen sie auszuspielen, während in Wirklichkeit die Gegenwart der fibrilloiden oder argyrophilen Substanz innerhalb des Neurons — denn außerhalb des Neurons kommt diese Substanz nicht vor — mit der Frage nach den Nerveneinheiten überhaupt nichts zu tun hat. Auch spielten seit jeher und spielen auch heute noch im Arsenal der „Antineuronisten" angebliche Netze, d. h. netzförmige Verbindungen zwischen den einzelnen Neuronen, eine große Rolle; die Wahrheit ist meiner Überzeugung nach, daß die Entscheidung, ob im mikroskopischen Bilde in einem Fasergewirr ein geschlossenes Netz oder nur ein dichtes Geflecht frei endigender selbständiger Fasern vorliegt, ein Ding der Unmöglichkeit ist.

Alle diese sporadischen Angriffe haben die Neuronenlehre, die keine Hypothese, sondern nur der einfache prägnante Ausdruck für eine Reihe von positiven Beobachtungen ist, nicht erschüttern können. Sie steht heute, mehr als ein halbes Jahrhundert nach ihrer Aufstellung, fester begründet denn je da und bildet die solide Grundlage nicht nur der normalen Histologie, sondern auch der Pathologie, zum Teil auch der Physiologie des Nervensystems. Sie hat in der Medizin tief Wurzel gefaßt, und die Lehre von den Erkrankungen und Entartungen des Nervensystems läßt sich heute ohne den Neuronenbegriff wohl kaum mehr denken. Und daß es so gekommen ist, bildet zum großen Teile neben His ein Verdienst R. y Cajals. Das ist ein großer Ruhmestitel des großen spanischen Forschers, der ihm erhalten bleiben wird, auch wenn möglicherweise die undankbare Nachwelt seine unzählbaren Einzelentdeckungen ohne Nennung seines Namens in den Bestand menschlichen Wissens einverleibt haben wird.

Das Alter der Erde und der Gang der Erdgeschichte.

Von S. von Bubnoff, Greifswald.

Berechnungen über das Alter der Erde, welche naturgemäß einen stark spekulativen Charakter tragen, sind von jeher in den angelsächsischen Ländern häufiger angestellt worden als bei uns. Bis zu der Entdeckung der Radioaktivität waren diese Berechnungen nichts weniger als befriedigend, ergab doch z. B. die auf die Abkühlung der Erde gegründete, durch die Autorität von Lord Kelvin gestützte Schätzung 40 Millionen Jahre als Gesamtalter, was vom geologischen Standpunkt als viel zu wenig bezeichnet werden muß.

Erst der Einblick in den radioaktiven Zerfall und die Festlegung seiner Geschwindigkeit ergab die Möglichkeit, das Alter uran-bleihaltiger Mineralien aus dem Mengenverhältnis von Uran zu seinen Zerfallsprodukten festzulegen und damit auch das Alter der Gesteine, in denen diese Mineralien auftreten, zu schätzen. Diese Methode, bei der, nach einem Ausdruck von Holmes, das Mineral gleichsam die „Sanduhr" darstellt, und die Umwandlung von Uran in Bleiisotope dem Sandstrom entspricht, ist wohl die einzige, deren Exaktheit insofern nicht widerlegt werden kann, als der radioaktive Zerfall nach unserer bisherigen Kenntnis durch äußere Faktoren weder beschleunigt noch verlangsamt werden kann. Leider ist die Zahl der verfügbaren Messungen, insbesondere die Zahl der radioaktiven Mineralien, die einwandfrei einem geologisch bestimmten kürzeren Zeitabschnitt zugerechnet werden können, so gering, daß man bisher über allgemeine Angaben kaum herausgekommen ist. Mit großer Wahrscheinlichkeit läßt sich indessen angeben, daß die Zeit von der Gegenwart bis zum Beginn des Kambriums,

also die Zeit des erforschten organischen Lebens, etwa 500 Millionen Jahre erreicht, daß ein etwa doppelt so langer Zeitraum den vorhergehenden Zeiten des Proterozoikums und Archaikums entspricht, und daß für das kosmische Alter der Erde — von der Loslösung von der Sonne bis zur Bildung der ersten Erstarrungskruste, noch weitere 500 Millionen zugefügt werden können, so daß das Mindestalter der Erde auf 2 Milliarden Jahre zu veranschlagen ist. Das organische Zeitalter der Erde (Kambrium—Gegenwart) zerfällt bekanntlich in Altzeit (Paläozoikum), Mittelzeit (Mesozoikum) und Neuzeit (Känozoikum), welche sich nach den bisherigen Ergebnissen verhalten wie 5 : 2 : 1, d. h. Zeiträumen von 330, 110 und 60 Millionen Jahre entsprechen würden (nach SCHUCHERT-HOLMES[1]).

SCHUCHERT hat versucht, das Alter der 3 Ären (Paläozoikum, Mesozoikum, Känozoikum) noch auf einem anderen Wege zu erforschen, nämlich durch die andere mögliche „Sanduhr"-Methode, d. h. die Schätzung der Abtragungs- bzw. Ablagerungsgeschwindigkeit der Schichtgesteine und ihren Vergleich mit der Gesamtdicke der seit dem Kambrium gebildeten Sedimente. Versuche nach dieser Richtung sind schon mehrfach gemacht worden, haben aber nie zu einem befriedigenden Ergebnis geführt, da man hier meist mit geschätzten, allgemein aber mit veränderlichen Werten rechnen muß.

Die Abtragung, d. h. die Zerstörung der Gesteine und der Transport des Schuttes, sind vor allem vom Relief und vom Klima abhängig. Für die Gegenwart läßt sich die Größenordnung bis zu einem gewissen Grade schätzen. So berechnete HOLMES 1913, daß die Gesamtmenge des jährlich von der Landoberfläche abgeführten Gesteinsmaterials beträgt: in gelöstem Zustande 2500 Millionen t, in schwebendem Zustande 6000 Millionen t, durch marine Abtragung (Brandung usw.) 500 Millionen t.

Diese jährliche Abtragungsmasse von 9 Millionen t würde, gleichmäßig auf die heutige Landoberfläche verteilt, einer durchschnittlichen Erniedrigung derselben um 1 Fuß (0,304 m) in 8600 Jahren entsprechen. Nun ist schon hier zu bemerken, daß diese Verhältnisse im Laufe der Erdgeschichte stark gewechselt haben. Das Verhältnis der Flächen von Land und Meer war nichts weniger als konstant, und auch die Reliefintensität muß, im Zusammenhang mit den verschiedenen Zeiten der Ruhe und der Gebirgsbildung, nicht unerhebliche Änderungen erfahren haben. Ganz abzusehen ist von der Frage nach der Konstanz oder Veränderlichkeit der Klimagürtel, welche die Menge fließenden Wassers und damit den Gesteinstransport bedingen: hierüber wissen wir sehr wenig. Im allgemeinen scheint es, daß Gebirge von alpinem Typus, d. h. mit mehreren 1000 m Reliefdifferenz, vor dem Tertiär nicht sicher nachzuweisen sind, und daß die Kontinentalfläche früher, wenigstens zeitweise, kleiner war als heute. Demnach müßte die „Sanduhr" früher langsamer gelaufen sein; wir werden unten sehen, daß das mit den Berechnungen übereinstimmt.

Noch schwieriger ist es, die Geschwindigkeit der Sedimentation zu bestimmen. Die oben ausgerechnete Jahresmenge wird ja nicht gleichmäßig über den Ozeanboden verteilt. Die rollend im Flußwasser transportierten Gesteinsbrocken werden rasch in der Nähe des Ufers absinken, die schwebend geförderten, feineren Teilchen wandern etwas weiter, werden aber infolge der Elektrolytwirkung des Salzwassers auch bald gefällt, während das gelöste Material nur unter besonderen Bedingungen, zum Teil auf dem Umweg über biologische Prozesse (Kalkschalen der Meerestiere) wieder in festen Zustand übergeführt wird. Hierbei ist noch zu berücksichtigen, daß in den abyssischen Tiefen der Ozeane nur sehr geringe, zur Zeit wohl überhaupt keine Sedimentbildung stattfindet, die Neubildung der Gesteine also auf die flacheren Epikontinentalmeere beschränkt bleibt. Es ergibt sich nach HOLMES, daß das Gebiet der Sedimentation sogar geringer ist als das der Abtragung, so daß schätzungsweise heute durchschnittlich etwa 1 Fuß Sediment in 2200 Jahren gebildet wird.

Wenn schon das eine ganz rohe Annäherung darstellt, so ist eine einfache Übertragung der Durchschnittszahlen auf die Vergangenheit absolut unstatthaft. Die Geschwindigkeit der Sedimentation hängt so stark von der Gestalt des Meeresbeckens und seiner Ufer, von Bewegungen des Meeresbodens und von klimatischen Verhältnissen ab, daß hier Verallgemeinerungen sinnlos werden. Vor allem ist die Geschwindigkeit der Bildung verschiedener Sedimentarten sehr verschieden: Sandsteine in Küstennähe bzw. in einem Flußdelta bilden sich am raschesten, Tone bzw. feinklastische Sedimente langsamer, Kalke im allgemeinen am langsamsten, obwohl auch sie, z. B. in Korallenriffen, unter Umständen rascher entstehen können[1].

Unter Berücksichtigung dieser Umstände scheint die Zeitberechnung aus dem Verhältnis Abtragung : Ablagerung ein ziemlich hoffnungsloses Beginnen zu sein. Wenn SCHUCHERT sich trotzdem der Mühe unterzogen hat, für Nordamerika recht genaue Schätzungen der maximalen Mächtigkeiten aller seit dem Kambrium abgelagerten Sedimente auszuführen, so findet das eine Rechtfertigung darin, daß in der radioaktiven Methode eine Ver-

[1] WOODWARD gibt 1926 bei einer etwas längeren Gesamtzahl (550—822 Mill. Jahre) Verhältnisse zwischen 7,5 : 2,5 : 1 und 8,3 : 2,7 : 1 an. Die 1931 veröffentlichten Ergebnisse von SCHUCHERT kommen wohl der Wahrheit näher Siehe A. KNOPF, E. W. BROWN, A. HOLMES, A. F. KOVARIK, A. C. LANE, CH. SCHUCHERT: the age of the earth. Bull. nat. research council **80** (1931) Washington, u. CH. SCHUCHERT u. CH. LONGWELL: Foundations of geology. New York 1931.

[1] Für das Geschwindigkeitsverhältnis Sandstein : Kalkbildung werden von WOODWARD und SCHUCHERT Werte zwischen 1 : 2 bis 1 : 6 Zeiteinheiten angegeben.

gleichsmöglichkeit mit sichereren Zeitangaben vorliegt. Die so erhaltenen Resultate sind nicht uninteressant.

SCHUCHERT geht dabei von solchen amerikanischen Gebieten aus, welche jeweils die größten Mächtigkeiten gewisser Formationen zeigen, also von den tiefen Sedimentationströgen oder Geosynklinalen, im Paläozoikum im wesentlichen von den Appalachen, im Meso- und Känozoikum von Kalifornien und von der Kordillere. Natürlich ist nirgends diese maximale Mächtigkeit an einer Stelle verwirklicht, sondern es sind kombinierte Höchstzahlen.

Es ergeben sich folgende Mächtigkeiten:

Paläozoikum	33856 m	(111005 Fuß)
Mesozoikum	26413 m	(86600 Fuß)
Känozoikum	18727 m	(61400 Fuß)
	78996 m	(259005 Fuß)

Von dieser Summe von etwa 80 km entfallen auf:

Sandsteine	etwa 30 km
Schiefer	etwa 35 km
Kalke	etwa 15 km

SCHUCHERT glaubt nun, daß das wahre Maximum wesentlich höher ist und allein für Amerika auf 300000 Fuß, d. h. etwa 90 km, erhöht werden kann, und daß man, unter Berücksichtigung anderer Kontinente, mit Leichtigkeit auf 400000 Fuß, d. h. etwa 122 km, kommen kann. Berücksichtigt man nun das Altersverhältnis der Ären 5 : 2 : 1 (s. o.) und nimmt als Basis das Känozoikum, so müßte, gleichbleibende Ablagerungsgeschwindigkeit vorausgesetzt, die Mächtigkeit sein:

Paläozoikum	93635 m
Mesozoikum	37454 m
Känozoikum . . .	18727 m.

Offenbar klafft hier ein ganz gewaltiger Widerspruch, der noch einmal zeigt, daß die Mächtigkeiten ohne weiteres nicht zu Zeitbestimmungen verwendet werden dürfen.

Nun ist zweierlei zu berücksichtigen:

1. Keine dieser Mächtigkeitsangaben ist ganz vollständig; es sind zweifellos Lücken vorhanden, und zwar:

a) nach Zeiten der großen Gebirgsbildungen und Hebungen,

b) in kürzeren, aber häufigeren Zeiten fehlender Sedimentation.

Die Länge dieser Lücken entzieht sich der genauen Berechnung, dürfte aber im Paläozoikum größer sein als später. Darauf wird zurückzukommen sein.

2. Der Hundertsatz an Kalken, d. h. relativ langsam gebildeten Sedimenten, ist im amerikanischen Paläozoikum größer als später.

Es ist natürlich kaum möglich, diese Faktoren exakt abzuschätzen. Durch sorgfältige Auswertung aller verfügbaren Daten, auf die ich hier nicht näher eingehen kann, kommt SCHUCHERT letzten Endes zu folgendem Ergebnis:

Auf der Grundlage der gesamten abgelagerten Gesteinsmenge seit dem Kambrium (400000 Fuß) und der relativen Dauer der Ären kommt man zu folgenden Sedimentationsgeschwindigkeiten:

Känozoikum 1 Fuß in 730 Jahren bzw. 0,42 mm/Jahr
Mesozoikum 1 Fuß in 1400 Jahren bzw. 0,21 mm/Jahr
Paläozoikum 1 Fuß in 2690 Jahren bzw. 0,09 mm/Jahr

Unter Berücksichtigung der großen Diskordanzen und der Perioden fehlender Sedimentation hält er übrigens auch etwas abgekürzte Zeiten (Känoz. — 1 Fuß = 450—500 J., Mesoz. — 1 Fuß = 900 J., Paläoz. — 1 Fuß = 2250 J.) für möglich. Jedenfalls ergibt sich daraus, ***daß die Ablagerungsgeschwindigkeit zunimmt und im Känozoikum das Vierfache bis Fünffache derjenigen im Paläozoikum erreichen muß.*** Sehr auffallend ist nun, daß man, unter Annahme einer schnelleren Bildung grobklastischer Sedimente gegenüber den Tonen und Kalken, in Nordamerika für alle 3 Ären zu annähernd gleichen Absatzgeschwindigkeiten kommt (etwa 1 Fuß in 980—920 Jahren bei Annahme der Geschwindigkeit Sandsteinbildung : Kalkbildung = 6 : 1). In der Tat wiegen in Nordamerika im Paläozoikum kalkige Sedimente vor und nehmen nach der jüngeren Zeit ab. Wenn man bedenkt, daß grobe Sedimente Zeiten stärkerer Reliefintensität, stärkerer Verlagerung und intensiverer Gebirgsbildung (orogene Zeiten) entsprechen, während kalkige und feinklastische Sedimente sich in Zeiten ausgeglichenen Reliefs und relativer Ruhe bilden, so kommt man zu dem überraschenden Resultat, daß die Intensität und Geschwindigkeit exogener und endogener geologischer Prozesse sich im Laufe der 3 Ären gesteigert hat.

Ehe wir diesen Schluß weiter verfolgen, sei übrigens darauf hingewiesen, daß die obigen Geschwindigkeitsangaben keineswegs als Maximalzahlen anzusehen sind. Im Gegenteil, wo eine gewisse Kontrolle möglich erscheint, kommen wir zu höheren Geschwindigkeitswerten. Dafür einige Beispiele:

In Skandinavien ist der rhythmische Wechsel von sandigen und tonigen Lagen in den späteiszeitlichen Bändertonen von DE GEER als Jahresschichtung aufgefaßt worden. Läßt man das gelten[1], so käme man hier zu einer wesentlich größeren Geschwindigkeit, da die „Jahresschichten" durchschnittlich mehrere Millimeter bis zu 1 cm dick sind.

In einem interessanten Vortrag, von dem bisher nur ein Auszug vorliegt, glaubt KORN im Unterkarbon Thüringens Schichteinheiten nachweisen zu können, die regelmäßigen zyklischen Schwankungen von 11,4, 23 und 56,5 Einheiten entsprechen[2]. Er sieht darin Klimaperioden von 11,4 Jahren (Sonnenfleckenzyklus) und berechnet

[1] Es wurde neuerdings vermutet, daß dem Rhythmus vielleicht längere Klimaperioden von mehreren Jahren zugrunde liegen. Andererseits passen aber die von DE GEER errechneten Werte für die Rückzugszeit der letzten Eiszeit (um 20000 Jahre) gut zu der astronomischen absoluten Zeitrechnung der Eiszeit n. SOERGEL, WEGENER und MILANKOWITSCH.

[2] Geologische Rundschau **26**, Nr 1 (1935).

daraus Jahresschichten von durchschnittlich 1,7 bis 2,08—2,76 mm Dicke; auch das ergibt Werte, die ein Vielfaches über denen von SCHUCHERT liegen.

Das Unterkarbon Thüringens wäre danach in 700000—800000 Jahren abgelagert worden, während sich aus den radioaktiven Daten bis zu 30 Millionen Jahren ergeben würden! Zu wesentlich größeren Geschwindigkeiten gelangt man auch bei Berücksichtigung der enormen Mächtigkeit der Sedimente, welche unsere Steinkohlenflöze in Westfalen und Oberschlesien umschließen.

Für einen Teil des englischen Silurs (Bannisdale Shale) endlich hat MARR 1928 ebenfalls aus angeblichen Jahresschichten eine Geschwindigkeit von 2,1 mm pro Jahr abgeleitet und daraus eine Länge des Silurs (Ordovizium und Gotlandium) von 13 Millionen Jahren errechnet. Die radioaktive Methode ergibt nach SCHUCHERT 85 Millionen Jahre!

Diese Beispiele mahnen zur Vorsicht; KORN dürfte recht haben, daß „die Sedimentation nur episodisch und lückenhaft ist und höchstens $^1/_{10}$—$^1/_{30}$ der durch radioaktive Mineralien bekannten Zeit umfaßt". Das würde bedeuten, daß den Lücken in der Schichtenfolge wohl ein wesentlich größerer Zeitraum zuzusprechen ist, als auch SCHUCHERT noch annimmt. In die Sprache der tektonischen Geologie übertragen, würde das heißen, daß die Phasen der Gebirgsbildung, welche mit der Hebung eines Gebietes über den Meeresspiegel (Sedimentationsgrenze) zusammenhängen, länger waren, als man allgemein annimmt.

Im übrigen ist es noch fraglich, ob die nordamerikanischen Werte ohne weiteres auf Europa übertragbar sind. Bei uns läßt sich z. B. nicht sagen, daß das Paläozoikum am kalkreichsten ist und daß die Kalkmenge nach der Gegenwart hin abnimmt. Das Tertiär der alpinen Vorsenke z. B. enthält noch sehr zahlreiche und mächtige Kalkmassen. Das Mesozoikum ist zu einem großen Teil aus Kalken aufgebaut — man denke nur an den Schwäbischen Jura und an die gewaltigen Kalkmassen der mediterranen Trias. Eine ganz rohe Überschlagsrechnung europäischer Gebiete mit großen Schichtmächtigkeiten ergibt etwa 70 km seit dem Kambrium, wobei die Zahlen für das Paläozoikum mit Amerika ± übereinstimmen, die anderen aber nicht unwesentlich zurückbleiben. Berücksichtigt man indessen, daß Mesozoikum und Känozoikum in Europa zu einem großen Teil kalkig sind, so könnte ein Ausgleich herbeigeführt werden.

Es hat nicht viel Zweck, diese recht unsicheren Berechnungen weiter zu verfolgen. Wesentlich ist an den SCHUCHERTschen Ergebnissen nur, daß eine Kongruenz zwischen den beiden „Sanduhren" (radioaktive und Sedimentationsmethode) erzielt werden kann, wenn man einige, nicht unwahrscheinliche Annahmen über die relative Bildungsgeschwindigkeit verschiedener Gesteine und über größere Lücken zugrunde legt. Dann ist auch an dem Ergebnis der Zunahme der durchschnittlichen Sedimentationsgeschwindigkeit im Laufe der 3 Ären kaum zu zweifeln.

Ferner ergeben dann die Mächtigkeiten der einzelnen Formationen zwar kein absolutes Zeitmaß, aber doch die Möglichkeit, die relative Dauer der einzelnen Perioden abzuschätzen. Wenn man dann noch, auf Grund der radioaktiven Methode, die 3 Ären mit 330—110—60 Millionen Jahren einsetzt, könnte man mit SCHUCHERT für die einzelnen Formationen etwa folgende Zeiten angeben:

Kambrium	90	Mill.	Jahre
Silur	85	„	„
Devon	40	„	„
Karbon	75	„	„
Perm	40	„	„ (30 M. J.)
Trias	25	„	„ (30 M. J.)
Jura	25	„	„ (30 M. J.)
Unterkreide	20	„	„
Oberkreide	40	„	„
Alttertiär	35	„	„
Jungtertiär	25	„	„

Die europäischen Verhältnisse würden vielleicht eine etwas abweichende Gruppierung ergeben; so wäre ich geneigt, das Perm etwas kürzer einzuschätzen und dafür Trias und Jura zu verlängern, was in Klammern beigefügt ist. Dann würden sich die Ären wie 320 : 120 : 60 Millionen Jahre verhalten, was den tatsächlichen Daten vielleicht noch besser entspricht.

Auf dieser Basis kann man versuchen, den Rhythmus der Erdgeschichte noch etwas genauer zu verfolgen. Aus der Betrachtung der Phasen gebirgsbildender Bewegungen scheint sich zu ergeben, daß ihre Häufigkeit im Laufe der Erdgeschichte zugenommen hat. Ich habe früher darauf hingewiesen[1], daß in diesem Ergebnis ein Trugschluß liegen könnte, indem man ja diese Phasen vorwiegend in ufernahen Gebieten nachweist, deren Schichtenfolge vor allem in den jüngeren Formationen gut und vollständig erhalten ist. Aus den älteren liegen vorwiegend Gesteine des Beckeninneren vor, in denen sich nicht alle Diskordanzen, auf denen die Phasenfeststellung beruht, erhalten zu haben brauchen. Alles ist aber dadurch kaum zu erklären. Das zeigt sich, wenn man die verfügbaren Daten von einem anderen Gesichtspunkte betrachtet.

Ich habe in den letzten Jahren festgestellt, daß der Verlauf weitspanniger (epirogenetischer) Bewegungen insofern einem regelmäßigen zyklischen Wechsel unterliegt derart, daß die Hauptachse der Meere im Verlauf mehrerer Perioden einen Richtungswechsel durchmacht, indem sie aus N—S in NW—SO und W—O abdreht[2]. Die Zeiten der NW—SO-Richtung sind die Zeiten großer Überflutungen (Transgressionen), die der O—W-Richtung die Zeiten der größten Verbreitung und Tiefendifferentiation der Meere. An die letzten schließen sich unmittelbar die großen gebirgsbildenden Bewegungen an; die Meere

[1] Grundprobleme der Geologie. Berlin 1931.

[2] Zum Bauplan des außeralpinen Europas. Geol. Rundschau **24a** (1933).

schrumpfen zusammen, und dann dreht die Hauptachse derselben wieder nach N—S ab: ein neuer Zyklus beginnt. Folgende Zyklen lassen sich erkennen:

	N—S-Phase	Transgression
I vorkaledonisch	Kambrium	Unt. Silur
II vorvariscisch	Unt. Devon	Mitt. Devon
III vorkimmerisch	Ob. Perm-Lias	Dogger
IV vorlaramisch	Unt. Kreide	Gault-Cenoman
V vorsavisch	Paläozän	Eozän-Unt.Olig.
VI jungtertiär	Unt. Miozän	Mittelmiozän

Die einzelnen Phasen eines Zyklus zeigen untereinander auch in bezug auf die Sedimentationsart (Fazies) große Ähnlichkeiten. Die ausführliche Begründung und geologische Auswertung dieser Erkenntnis erfolgt demnächst an anderer Stelle[1]. Hier ist eine Sonderfrage wichtig: Sind die einzelnen Zyklen auch zeitlich gleich, oder lassen sich da Unterschiede nachweisen? Legen wir die oben angenommene Zeitskala zugrunde, so ergibt sich folgendes:

I. Zyklus Kambrium	— Ob. Silur	— 175 M.J.
II. Zyklus Devon	— Unt. Perm	— 135 M.J.[2]
III. Zyklus Ob. Perm	— Jura	— 70 M.J.[2]
IV. Zyklus Unt. Kreide	— Ob. Kreide	— 60 M.J.
V. Zyklus Paläozän	— Ob. Oligozän	— 35 M.J.
VI. Zyklus Jungtertiär	— Gegenwart	— 25 M.J.

Ungefähr kommt man zu einem Zeitverhältnis $7 : 5^1/_2 : 3 : 2^1/_2 : 1^1/_2 : 1$; wenn man berücksichtigt, daß die Grenzen nicht immer unbedingt scharf zu legen sind, und daß manche Daten noch eine Verfeinerung erfahren müssen, könnten die Relativzahlen sogar eine gleichmäßigere Proportion ergeben. So könnte der Zyklus III sehr wohl etwas länger sein, die Zyklen IV und V kürzer, so daß man, bei etwas abweichender Gruppierung, auch zu einem Verhältnis 9 : 7 : 4 zu 2,5 : 1,5 : 1 kommen könnte.

Eins ist dabei deutlich: *die Länge der Zyklen nimmt kontinuierlich ab, der Umlauf der Achsen großer Meeresbecken entgegen dem Uhrzeiger wird beschleunigt, und die Abstände der großen gebirgsbildenden Phasen werden immer geringer.* Ich glaube, trotz der Unzuverlässigkeit der Einzelzahlen ist an diesem Gesamtergebnis kaum mehr zu zweifeln.

Letzten Endes ist es das gleiche Ergebnis wie bei SCHUCHERT: Die Sedimentationsgeschwindigkeit nimmt zu, was nur auf stärkere Abtragung, d. h. auf zunehmende Reliefintensität und damit auf zunehmende Intensität und Häufigkeit der Gebirgsbildung zurückzuführen ist. SCHUCHERT betont schon, daß diese Deutung etwa besagen würde, daß in den großen Sedimentationströgen (Geosynklinalen) die feste Rinde dünner wird und daß sie damit labiler, d. h. zur Ausführung stärkerer Bewegungen geeigneter werden. Wenn sich also daraus eine Zunahme der Geschwindigkeit im Ablauf der Erdgeschichte und eine Zunahme der Intensität der Bewegungen ergibt, so scheint das andererseits zu der oft behaupteten „Konsolidierung" der Erdkruste durch Faltung in Widerspruch zu stehen. Der Widerspruch ist aber nur scheinbar: Betrachtet man die Areale, welche von intensiven Bewegungen ergriffen werden, so sind sie in den jüngeren Zyklen geringer — ein Vergleich der schmalen alpinen Faltenstränge mit der ungeheuren Breite des karbonischen Gebirges in Westeuropa zeigt das deutlich: *die Faltung konzentriert sich also auf schmalere Streifen und gewinnt dabei das an Intensität, was sie an Extensität einbüßt.*

O—W-Phase	Gebirgsbildung
Ob. Silur	Kaledonisch
Ob. Devon-Unterkarbon	Ob. Karb.-Perm
Malm	Kimmerisch
Ob. Kreide	Laramisch
Ob. Oligozän	Savisch
? Obermiozän	? Noch nicht abgeschlossen

Es ist durchaus möglich, daß die scharfen Gegensätze im Oberflächenrelief sich erst spät ausgebildet haben, und daß die flachen (Shelf) Meere früher eine viel größere Fläche bedeckten. Dann verteilte sich aber auch die Gesamtmenge des durch Erosion gelieferten Materials auf ein viel größeres Areal, und die Menge pro Flächeneinheit war geringer. Von Bedeutung war vielleicht dabei, daß die Fällungsgeschwindigkeit der Tontrübe bei fallendem Salzgehalt abnimmt. Der Salzgehalt der Meere kann aber früher geringer gewesen sein, wenn auch meines Erachtens die Methode, aus demselben das Alter der Erde abzuleiten (KNOPF, l. c.), abwegig ist.

Der oben geschilderte epirogenetische Zyklus schafft also gleichsam den Dispositionsplan, die Verteilung faltbarer und starrer Schollen, welche von den gebirgsbildenden Bewegungen benützt wird, und zwar meines Erachtens nach Maßgabe der Überschreitung eines Schwellenwertes der Beanspruchung: die Gebirgsbildung ist ein Ausgleich von Spannungen. Warum dieser rhythmisch erfolgt und warum die Zyklen an Geschwindigkeit zunehmen, können wir heute noch nicht sagen. Am ehesten wird man wohl an thermisch bedingte Unterströmungen unter der festen Erdrinde denken (SCHWINNER), die vielleicht (JOLY, modifiziert durch HOLMES) in einer Wärmespeicherung durch radioaktiven Zerfall und einer dadurch bedingten Aufschmelzung von Krustenteilen wurzeln. HOLMES nahm für die Zyklen noch gleiche Länge an; ich glaube zeigen zu können, daß das nicht zutrifft, sondern daß der Prozeß sich beschleunigt. Die Differenz beruht vor allem darauf, daß HOLMES nur 3 Hauptorogenesen annimmt, d. h. meine Zyklen III und IV zusammenzieht. Meines Erachtens ist aber der epirogenetische Rhythmus in diesem Falle ausschlaggebend, wobei die Deutung der Beschleunigung allerdings noch zu untersuchen wäre[1].

[1] Geologie von Europa Bd. 2, Tl. 2: Die Entwicklung des westeuropäischen Oberbaues. Im Druck.

[2] Unter Berücksichtigung der oben erwähnten Änderung, dabei Perm geteilt in unteres — 20 Mill. Jahre und oberes (Zechstein) — 10 Mill. Jahre.

[1] Es ist dabei zu berücksichtigen, daß Amerika und Europa ein gewisses Vikariieren in der Stärke der einzelnen Hauptphasen der Gebirgsbildung zeigen.

Mit der These, daß der Ablauf der Erdgeschichte immer rascher wird, steht auch die Entwicklung der Lebewelt in einem auffallenden Einklang; kann doch der erste Zyklus als Zeit der fast fehlenden Wirbeltiere, der zweite als Zeit der Fische, der dritte als Zeit der Amphibien, der vierte als Zeit der Reptilien, der fünfte und sechste als Zeit der explosiven Entwicklung der Säugetiere betrachtet werden. Die Überschneidungen sind nur gering und beziehen sich auf primitive und meistens lange Zeit artbeständige Vorläufer. Der Grad der biologischen Differenzierung und die Schnelligkeit derselben nehmen ganz deutlich zu und erreichen im Tertiär unbestritten einen Höhepunkt. Der unmittelbare Zusammenhang von Erdgeschichte und Lebensgeschichte kommt kaum irgendwo stärker zum Vorschein als in dieser Tatsache. Gewiß hat aber SCHUCHERT recht, wenn er betont, daß der Grad der Spezialisation der Tierwelt schon im Kambrium so bedeutend war, daß wir wesentlich längere Zeiträume für die Entwicklung der kambrischen Tierwelt brauchen, als für den nachfolgenden Lebensprozeß. Zu einer Gliederung dieser ältesten Zeiträume fehlen aber bisher einigermaßen sichere Tatsachen.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Sichtbarmachung von Ultraschall in Gasen und seine Intensitätsmessung.

Vermittels einer verfeinerten Schlierenmethode lassen sich Ultraschallwellen in Gasen, auch bei geringen Intensitäten, direkt sichtbar machen. Dies bietet für die Messung gewisse Vorteile, zumal die Methode von DEBYE und SEARS und LUCAS und BIQUARD hier wegen der sehr geringen Unterschiede des Brechungsindexes kaum anwendbar ist.

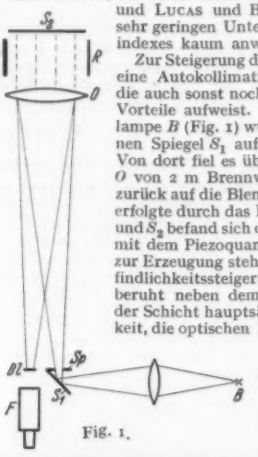


Fig. 1.

Zur Steigerung der Empfindlichkeit wurde eine Autokollimationsmethode angewandt, die auch sonst noch für die Messung etliche Vorteile aufweist. Das Licht einer Bogenlampe B (Fig. 1) wurde über einen sehr kleinen Spiegel S_1 auf den Spalt Sp projiziert. Von dort fiel es über ein Fernrohrobjektiv O von 2 m Brennweite und den Spiegel S_2 zurück auf die Blende Bl. Die Beobachtung erfolgte durch das Fernrohr F. Zwischen O und S_2 befand sich die Ultraschallanordnung mit dem Piezoquarz Q und dem Reflektor R zur Erzeugung stehender Wellen. Die Empfindlichkeitssteigerung in dieser Anordnung beruht neben dem doppelten Durchsetzen der Schicht hauptsächlich auf der Möglichkeit, die optischen Bedingungen des Objektivs infolge des parallelen Strahlenganges zwischen O und S_2 sehr exakt zu erfüllen, so daß man durch die außerordentliche Abbildungsschärfe in Bl sehr günstige Verhältnisse erzielt. Außerdem ist bei der Kleinheit der Ultraschallwellen in Gasen gegenüber Flüssigkeiten eine möglichst exakte Parallelität des Strahlenganges erforderlich. Die Empfindlichkeit ließe sich nochmals steigern durch Verwendung eines Gitters an Stelle des einfachen Spaltes bzw. der Blende.

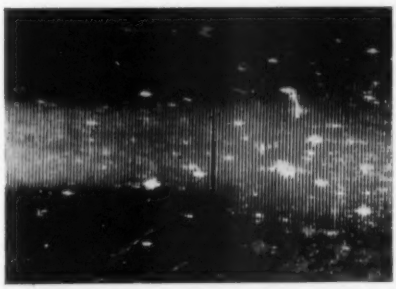


Fig. 2. Ultraschallwellen von $\lambda = 0{,}4$ mm $\div$ Luft. (Die Flecken sind Kratzer in der Linse, der schwarze Strich eine Fadenmarke im Fernrohrokular.)

Fig. 2 zeigt eine US-Welle von $\lambda = 0{,}4$ mm in Luft. Man erkennt deutlich die Wellenfronten und die starke Richtwirkung des Quarzes (links). Die Öffnung des Kegels stimmt gut mit der aus Wellenlänge und strahlender Fläche errechneten Öffnung überein.

Da, wie sich zeigen läßt, die Intensität der einzelnen Linien dem Ausdruck d grad p (d Schichtdicke, p Druck) weitgehend proportional ist, lassen sich durch Photometrie längs des Ultraschallstrahles — z. B. in stroboskopischer Anordnung — die Druckamplituden und damit die relativen Intensitäten im Ultraschallstrahl bestimmen und Absorptionsmessungen ausführen. Die Messung erfolgt hierbei ohne jeglichen mechanischen Eingriff in die Welle und man vermeidet die Schwierigkeiten, die z. B. durch Beugung, Reflexion, Resonanz usw. entstehen.

Berlin, Physikalisch-Chemisches Institut der Universität, den 15. Mai 1935. R. POHLMAN.

Über Plastizität der Kristalle.

Im Zusammenhange mit der Frage der Plastizität der Steinsalzkristalle, die vorher mit Wasser behandelt und deren Oberfläche abgelöst wurde, möchte ich noch über einen von mir beobachteten Fall der Plastizität berichten. Beim Umkristallisieren von Wismutnitrat [$Bi(NO_3)_3 \cdot 5\,H_2O$] aus starker Salpetersäurelösung zwecks ihrer Reinigung erhält man auch große Kristalle von prismatischem Habitus (bis 1 cm Dicke und 3—4 cm Länge). Nachdem sie in Spiritus gewaschen und mit Filtrierpapier getrocknet worden waren, bemerkte ich, daß diese Kristalle einfach mit den Fingern ohne Anstrengung zu einem Ring gebogen werden können. Dabei verlieren sie ihre Durchsichtigkeit und werden nach einiger Zeit ganz matt. Besonders interessant ist, daß die undeformierten Kristalle, die an der Luft einige Stunden liegengelassen werden, ihre Plastizität verlieren und brüchig werden. Dabei mochte von der Oberfläche Kristallisationswasser sowie wahrscheinlich auch die Salpetersäure verdampft sein oder, mit anderen Worten, teilweise Hydrolyse eingetreten sein, was mit der Bildung einer dünnen Schicht von Basissalz verknüpft sein muß. Wir sehen aus dem Verhalten des Wismutnitrats, daß bei diesen Kristallen das Kristallwasser im Inneren nicht bestimmend ist, und daß die Plastizität bereits nach Veränderung der Oberflächenschicht verlorengeht.

Leningrad, den 29. Mai 1935. E. W. ZECHNOWITZER.

Zur Sichtbarmachung von Längs- und Dickenschwingungen in einem Schwingquarz.

In früheren Mitteilungen hatten wir[1] gezeigt, daß sich das Ultraschallwellengitter in einem Schwingquarz optisch abbilden läßt. Ein Quarz besonderer Schnittrichtung mit den Dimensionen 30 × 30 × 15 mm war untersucht und die Dickenschwingung von der 13. bis zur 61. Harmonischen abgebildet worden. Die Harmonischen zeigten dabei

[1] E. HIEDEMANN, H. R. ASBACH u. K. H. HOESCH, Naturwiss. 22, 465 (1934) — Z. Physik 90, 322 (1934).

untereinander nur unwesentliche Abweichungen. Es berechnete sich aus den damaligen und erneuten Messungen eine scheinbare Grundfrequenz von 233,7 ± 0,5 Khz. In Cady-Schaltung ließ sich aber diese scheinbare Grundfrequenz nicht anregen, sondern eine Grundfrequenz von 205,2 Khz[1]. Inzwischen gelang es, auch die Längsschwingung des gleichen Quarzes optisch abzubilden. Unter der Annahme, daß der Streifenabstand in der Längsrichtung gleich dem Quotienten aus Quarzlänge und Ordnungszahl der Harmonischen ist, wurden für einige hohe Harmonische aus dem Streifenabstand die Ordnungszahlen bestimmt. Die Messung des Streifenabstandes erfolgte mit Komparator auf besser als $1^0/_{00}$; die Frequenzmessung auf ± $0{,}6^0/_{00}$. Aus der 66., der 82. und der 110. Harmonischen wurde eine scheinbare Grundfrequenz von 95,83 bzw. 95,78 bzw. 95,73 Khz berechnet. Es zeigen also sowohl Längs- wie Dickenschwingungen des Quarzes, daß die hohen Harmonischen unter sich keine harmonischen Abweichungen innerhalb der bisherigen Meßgenauigkeit haben, es sind aber Messungen über einen sehr großen Frequenzbereich erforderlich, ehe bestimmte Aussagen gemacht werden können. Da unsere optische Methode einen sehr hohen, bis jetzt noch nicht voll ausgenutzten Grad von Genauigkeit zuläßt, sind systematische Untersuchungen von Piezoquarzen mittels dieser Methode in Angriff genommen, über die im nächsten Jahre ausführlich berichtet werden soll.

Köln, Abteilung für Elektrolytforschung am Physikalischen Institut der Universität, den 7. Juni 1935.

E. Hiedemann. K. H. Hoesch.

An ferromagnetisches kolloidales γ Fe_2O_3 absorbierte spektralanalytische Leitelemente als biologische Indikatoren.

Da, wie wir gefunden haben, γ Fe_2O_3 auch in kolloider Größenordnung seinen Ferromagnetismus unverändert beibehält[2], eignet es sich ausgezeichnet als biologischer Indikator und zur magnetischen Trennung von lebenden Zellen des reticulo-endothelialen Systems[3]. Um lokalisatorisch in Gewebe oder in isolierten Zellen auch evtl. sekundär gelöstes γ Fe_2O_3 festzustellen, haben wir versucht, an das ferromagnetische Oxyd spektralanalytische Leitelemente zu adsorbieren (z. B. Cu, Zn, Be, Mn).

Für die Darstellung wird in die wässrige Lösung der Leitelemente spektralreines Tetrapyridin-Eisen-2-Chlorid[4] eingetragen und die anfangs klare Lösung so lange mit Luft geschüttelt, bis alles Eisen als $\gamma Fe_2O_3 \cdot H_2O$ ausgefallen ist. Das Hydrat wird von der anhaftenden Lösung vollkommen ausgewaschen, getrocknet und bei 280—300° entwässert. Das gebildete feromagnetische γFe_2O_3 enthält die Leitelemente in fester Bindung. Für die spektroanalytische Untersuchung wurden die Proben in verdünnter HCl gelöst und im Tauchfunken nach der Methode von Lundegårdh analysiert.

Wässrige Lösung von: Hydrolyse, Oxydation, Entwässerung

$Cu(NO_3)_2$ +	$[FeCl_4(C_5H_5N)_4]$	⟶	γFe_2O_3	mit	Cu-Linien
Zn-Acetat +	„	„	„	„	Zn- „
$BeCl_2$ +	„	„	„	„	Be- „
$MnSO_4$ +	„	„	„	„	Mn- „

Mit kolloiden Trägern (Dextrin, Gummiarabicum usw.) kann man die Oxyde in Kolloidmühlen in Lösung bringen.

Die Bestimmung der Teilchengröße und des Ferromagnetismus geschieht nach der Methode von Welo und Baudisch[1], die Prüfung auf Katalase-Eigenschaften mit Pneumoniebakterien nach Dubos-Baudisch[2].

Stockholm, Experimental Fältet, den 11. Juni 1935.

Oskar Baudisch.

Die absolute Feldkonstante in der Bornschen neuen Feldtheorie.

Born und Infeld[3] haben für die absolute Feldkonstante

(1) $$b = e/r_0^2$$

($e = 4{,}770 \cdot 10^{-10}$ dyn$^{1/2}$ cm, r_0 = Elektronenradius) zuerst $b = 9{,}18 \cdot 10^{15}$ dyn$^{1/2}$ cm^{-1} gefunden, welcher Wert später von Born und Schrödinger[4] durch Bestimmung von r_0 aus der Energie des vom Spinmoment erzeugten Magnetfeldes auf den 22,5 ten Teil reduziert wurde, gegen welche Rechnung jedoch Jordan[5] Einwände geltend gemacht hat.

In einer demnächst in der Z. Physik erscheinenden Arbeit habe ich zur Berechnung der Sommerfeldschen Feinstrukturkonstante α (ber.: $\alpha^{-1} = 137{,}302$; beob.: $\alpha^{-1} = 137{,}298$) u. a. die Gleichung

(2) $$R_0/\sqrt{N} = r_0 = 2 \cdot \hbar/m_+ \cdot c$$

benutzt (m_+ = Protonenmasse, N = Zahl der Protonen = Zahl der Elektronen im Weltall, R_0 = Instabilitätsradius des „übermassigen" Universums[6]; $\hbar$ und e haben die übliche Bedeutung). Mittels (2) berechnet sich nun b nach (1) wie folgt:

(3) $$b = e\, m_+^2\, c^2/4\,\hbar^2 = e N/R_0^2 = 6{,}9015 \cdot 10^{15} \text{ dyn}^{1/2}\,\text{cm}^{-1}.$$

Die Gleichung (3) liefert in der Form $4\pi R_0^2 \cdot b = 4\pi (eN)$ eine „anschauliche" Erklärung der absoluten Feldkonstante b (= von allen Elektronen des Weltalls erzeugte Feldstärke an der Oberfläche einer Kugel vom Radius R_0 im Euklidischen Bildraum).

Berlin, den 12. Juni 1935. H. Ertel.

Künstliche Umwandlung von Feldspäten in Pyrophyllit.

Durch hydrothermale Behandlung der Feldspäte und verwandter Mineralien mit verdünnter Salzsäure bei 300° konnten wir vor einiger Zeit deren Umwandlung in Kaolin herbeiführen[7]. In Fortsetzung dieser Versuche ist es uns jetzt gelungen, den Pyrophyllit, $Al_2O_3 \cdot 4\,SiO_2 \cdot H_2O$, ein dem Kaolin nahestehendes Aluminiumhydrosilikat auf synthetischem Wege durch Umsetzung von Orthoklas oder Anorthit in der Druckbombe mit $^n/_2$-Salzsäure bei Temperaturen oberhalb 400° zu erhalten. Das Ergebnis, wonach lediglich in Abhängigkeit von der Temperatur bei sonst gleichen Verhältnissen das eine Mal Kaolin, das andere Mal Pyrophyllit entsteht, kann im Sinne eines geologischen Thermometers bewertet werden; es zeigt, daß bei Entstehung des Pyrophyllits die Temperatur von 400° überschritten gewesen sein muß. Der synthetische Pyrophyllit wurde durch Röntgenogramm und Wasserabbaukurve identifiziert. Nähere Einzelheiten werden in der Z. anorg. u. allg. Chem. mitgeteilt werden.

Königsberg i. Pr., Chemisches Institut der Universität, den 20. Juni 1935. R. Schwarz. G. Trageser.

[1] Ähnliche Ergebnisse fand bei mehreren Quarzplatten L. Bergmann, Ann. Physik 21, 553 (1934/35).
[2] Naturwiss. 13, 749 (1925); 20, 639 (1934).
[3] Peyton Rous u. I. W. Beard, J. of exper. Med. 59, 517 (1934).
[4] Chem. Rev. 15, Nr 1 (1934) — Sv. kem. Tidskr. 47, 115 (1935).

[1] Philosophic. Mag., VII. s. 17, 753 (1934).
[2] Biochem. Z. 245, 278 (1932).
[3] Proc. roy. Soc. Lond. A, 144, 426 (1934).
[4] Nature (Lond.) 135, 342 (1935).
[5] Zbl. Math. 11, 42 (1935).
[6] Sitzgsber. preuß. Akad. Wiss., Physik.math. Kl. 1935, 3.
[7] Naturwiss. 21, 252 (1933); Z. anorg. u. allgem. Chem. 215, 190 (1933).

Die 40. Tagung der Bunsengesellschaft in Berlin.

30. Mai bis 2. Juni 1935.

Der diesjährigen 40. Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie, die vom 30. Mai bis 2. Juni in Berlin stattfand, kam in zweierlei Hinsicht eine besondere Bedeutung zu. Vierzig Jahre sind verflossen, seit die „Deutsche elektrochemische Gesellschaft", aus der später die „Deutsche Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie" hervorging, von den führenden Männern der Wissenschaft und Industrie gegründet wurde. In dieser Zeit hat es die Bunsengesellschaft stets als ihre vornehmliche und eigenste Aufgabe betrachtet, die Brücke zwischen reiner Forschung und chemischer Technik zu bilden. Daß dieser Gedanke in seiner volkswirtschaftlichen Auswirkung im Hauptthema der diesjährigen

Tagung: „Die Bedeutung der physikalisch-chemischen Forschung für die deutsche Volkswirtschaft" einen besonderen Ausdruck erhielt, ist verständlich in einer Zeit, in der Deutschland gewaltige Anstrengungen zu seiner wirtschaftlichen Gesundung aufbietet. Die wichtigen Aufgaben, welche gerade der chemischen Industrie hierbei zufallen, betonte der erste Vorsitzende der Bunsengesellschaft, Herr H. G. GRIMM, Ludwigshafen, in seinem einleitenden Vortrag über „die Bedeutung der Chemie für die deutsche Volkswirtschaft".

Es gilt in allererster Linie, den deutschen Bodenertrag zu steigern durch Herstellung von Düngemitteln, Konservierungsmitteln, Schädlingsbekämpfungsmitteln usw., es gilt aber auch den Inlandsbedarf an Rohstoffen soweit als möglich durch Veredlung vorhandener Stoffe zu decken und so Deutschland einen Teil des Rohstoffimportes zu ersparen.

Schließlich gilt es auch, aus den vorhandenen Rohstoffen über den eigenen Bedarf hinaus hochwertige Ausfuhrgüter zu erzeugen, gegen die man jene Rohstoffe eintauschen kann, die unbedingt eingeführt werden müssen. Besonders eindrucksvoll zeigt das statistische Material, daß die chemische Industrie im Verhältnis zur Zahl der von ihr beschäftigten Menschen eine weit größere Ausfuhr aufzuweisen hat, als die meisten anderen Industriezweige; daß ferner die chemische Industrie, da sie fast ausschließlich inländische Rohstoffe verarbeitet, einen besonders hohen Devisenüberschuß erbringt und daß schließlich die deutsche Chemieausfuhr sich in der Krise der letzten Jahre als äußerst beständig im Vergleich zur Welt-Chemieausfuhr und im Vergleich zur deutschen Gesamtausfuhr erwiesen hat.

In weiteren sechs Vorträgen zum Hauptthema behandelten je drei Referenten aus der Wissenschaft und der Technik die Bedeutung der physikalisch-chemischen Forschung für die einzelnen Zweige der Industrie. Herr H. BÜTEFISCH, Leuna, brachte als Beispiel aus der chemischen Großindustrie die Stickstoff- und Kohlehydrierung (Ammoniak-, Methanol- und Benzinsynthese) und wies auf die Bedeutung thermodynamischer und reaktionskinetischer Kenntnisse für die Betriebsführung, sowie chemisch-physikalischer Meßmethoden zur Überwachung hin.

Herr W. KÖSTER, Stuttgart, betonte, daß die Metallindustrie, die zunächst rein aus der Erfahrung gewonnene Erkenntnis verwertete, sich ebenfalls mit bedeutendem Erfolg der Errungenschaften der Wissenschaft bediente. Als Beispiele wurden hervorgehoben: die Gewinnung der Leichtmetalle und des Zinks. Nach Einführung eines elektrochemischen Gewinnungsverfahrens ist Deutschland in die Lage gesetzt, in kurzer Zeit den größten Teil seines Zinkbedarfes aus eigenen Gruben zu decken. Die Verarbeitung hochschmelzender Metalle, die Legierungskunde und schließlich die Anwendung von Röntgenstrahlen in der Metallkunde und Werkstoffprüfung haben bedeutsame Fortschritte gemacht.

Herr J. EGGERT, Wolfen, behandelte einige Ausschnitte aus dem physikalisch-chemischen Problemkreis der Photoindustrie: künstliche Lichtquellen (sensitometrische Standardlichtquelle, kurz- und ultrakurzzeitige Belichtungen, Dunkelkammerbeleuchtung und Ultrarotstrahlen), die Primärwirkung verschiedener Strahlenarten bei verschiedenen photochemischen Prozessen, photographische Farbstoffe (Lichtfilter, Sensibilatoren usw.), die er mit sehr lehrreichen Experimenten illustrierte.

Herr G. KRÄNZLEIN, Höchst a. M., zeigte an einem überaus reichlichen Material aus der Kunstfaser- und Kunstseidenindustrie, aus der Textilveredlung, sowie besonders aus der Färberei und Druckerei die große Bedeutung der physikalisch-chemischen Forschung für die Textilindustrie und wies in besonders eindrucksvollen Worten auf den Zusammenhang mit der Landwirtschaft hin.

Herr G. GRUBE, Stuttgart, behandelte die Bedeutung der physikalischen Chemie für die angewandte Elektrochemie. Er gab zunächst einen historischen Überblick und schilderte sodann in großen Zügen den Stand der Forschung und Technik auf dem Gebiete der elektrochemischen Stromerzeugung, die Bedeutung der Polarisation für elektrolytische Prozesse, in der Anwendung der Elektroosmose und Elektrophorese und anderen ausgewählten Kapiteln der Elektrochemie.

Herr Wo. OSTWALD, Leipzig, besprach abschließend in ausführlicher Weise die Systematik der kolloidchemischen Forschung und unterstrich mit Nachdruck die Bedeutung, welche diesem vielseitigen Grenzgebiet für die verschiedenen Zweige der chemischen Industrie zukommt.

*** Diese ausgezeichneten Vorträge bildeten einen eindrucksvollen Beweis für die Bedeutung wissenschaftlicher Untersuchungen in der chemischen Industrie. Reine, nur auf Erkenntnis gerichtete Naturforschung, industrielle aufs praktische zielende Entwicklungsarbeit, Produktion und Export bilden eine festverschlungene Kette, in der jedes Glied die gleiche Notwendigkeit besitzt. Daraus ergibt sich die berechtigte Forderung nach weitestgehender Förderung und Unterstützung auch der reinen Wissenschaft.

Neben diesen Vorträgen zum Hauptthema wurden wie gewöhnlich in 35 Einzelvorträgen neue Arbeiten aus verschiedenen Gebieten der physikalischen Chemie gebracht, deren Aufzählung jedoch den Rahmen dieses Referates weit überschreiten würde. Wie in jedem Jahre erscheinen auch diesmal alle gehaltenen Vorträge sowie alle Diskussionen in der Zeitschrift für Elektrochemie.

Schließlich soll nicht unterlassen werden hervorzuheben, daß durch die mustergültige Organisationsarbeit des Ortsausschusses sowohl die wissenschaftlichen als auch die gesellschaftlichen Veranstaltungen den Beifall der zahlreichen Besucher, insbesondere auch der ausländischen Gäste fanden. L. KÜCHLER.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Herr W. PANZER, Berlin, berichtete am 12. Januar 1935 über **Reisen und Forschungen auf der Philippinen-Insel Luzon,** die er im Sommer vorigen Jahres ausgeführt hat. Er begann mit methodischen Erörterungen über Landschaftsbetrachtung im allgemeinen. Die Landschaft ist ihm etwas Lebendiges und wie jedes Lebewesen bestimmt durch die Umwelt und die Eigengesetzlichkeit. Aufgabe des Forschers ist es, festzustellen, welche verschiedenartigen Einflüsse auf einen Landraum gestaltend einwirken, und was dieser Raum (der natürlich eine gewisse ihm wesentliche Geschlossenheit haben muß, um überhaupt „Landschaft" zu sein) von sich aus dazubringt. Für die Philippinen ist die Zwischenlage im Grenzgebiet des größten Festlandes — Eurasien — und am größten Ozean charakteristisch: sie liegen zu weit vom Festlande entfernt, um durch dieses ganz bestimmt zu sein, sind aber andererseits zu groß an Fläche, um ausgesprochen ozeanischen Charakter zu haben. Die folgende Einzelbetrachtung, die sich auf die Hauptinsel Luzon beschränkte,

zeigte immer wieder die mannigfachsten Wechselbeziehungen.

Die Philippinen in ihrer Lage zum asiatischen Kontinent.

Die Erwartung, die Insel infolge ihrer bis in die Tropen reichenden Lage größtenteils mit Urwald bedeckt zu finden, erfüllt sich nicht. Nur die Ost- und die Westseite trägt je einen Waldgürtel, von denen aber nur der östliche geschlossen ist; zwischen beiden erstreckt sich eine vielfach offene Binnenlandschaft. Diese Gliederung entspricht der Niederschlagsverteilung, die wiederum durch den Wechsel der regenbringenden Winde zu erklären ist: beide, der Südwestmonsun im Sommer wie der Nordostpassat im Winter, geben ihre Hauptregenmengen natürlich beim Auftreffen auf die ihnen jeweils zugewendete Randlandschaft ab. Die Binnenlandschaft ist daher trockener, die Niederschläge fallen hier im Sommer; nur der stark gebuchtete Süden hat Regen zu allen Jahreszeiten. Der Charakter der Wälder ist sehr verschieden: es gibt Bambusdickichte, wo man auch mit dem Buschmesser nicht durchkommt, es gibt aber auch Wälder, die man bequem durchreiten kann. Kommt man weiter ins Innere, dann treten ganz plötzlich, scharf gegen den Wald abgesetzt, die offenen Grasflächen der Binnenlandschaft auf, die in der trockenen Jahreszeit von großen Grasbränden heimgesucht werden. Nur an den Flüssen ziehen sich Galeriewälder hin. An den Küsten treten vielfach Mangroven auf, und zwar einerseits an schlammigen Flußmündungen, dann aber bemerkenswerterweise auch auf Korallengrund. Die 2—3000 m hohe Gebirgslandschaft des Nordens trägt im Innern Grashänge, auf den stark zerschnittenen Rändern auch Wald. Hier treten neben den überall auf der Insel herrschenden malaiischen Formen auch Wälder ganz anderer Zusammensetzung auf (Kiefern), die als Reste einer von Norden stammenden Flora aufzufassen sind.

Von den Kulturpflanzen wurden vor allem der Manilahanf und die Kokospalme genannt. Der Manilahanf ist eine echte Banane, die auf großen Teilen der Insel sehr günstige klimatische Bedingungen findet: große Luftfeuchtigkeit und feuchten, aber nicht zu feuchten Boden. Die Pflanzungen müssen gegen starken Wind geschützt werden. Die Kokospalme, die in den Gebieten mit Regen zu allen Jahreszeiten gedeiht, bedeutete lange Zeit sehr viel für das Land, Kopra war einer der wichtigsten Ausfuhrposten. Heute ist dieser Wirtschaftszweig durch den auf dem Weltmarkt eingetretenen Preissturz für Kopra stark erschüttert, was hier dazu geführt hat, daß man den Kokospflanzungen nur noch wenig Sorgfalt angedeihen läßt, weniger jedenfalls als in den anderen Südseegebieten. Auf den sandig-trockenen Böden des Nordens und Nordwestens wird die Agave in großem Maßstabe kultiviert, an den Flußläufen die Nipapalme, die der als Staatsmonopol betriebenen Bereitung des Palmschnapses dient.

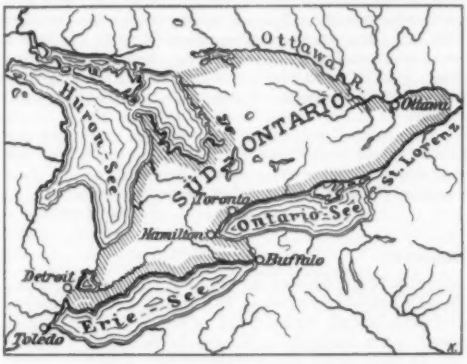
Die Bewohner sind überwiegend Filipinos, die im ganzen als Malaien zu betrachten sind. Ihre Sprache ist der auf Sumatra gesprochenen sehr ähnlich. Dazu kommen die kolonialen Fremdsprachen, die — wie noch mancherlei andere Erscheinungen im kulturellen Leben der Insel — den Wechsel der Kolonialherrschaft, den Übergang aus der spanischen in die usamerikanische Kultursphäre widerspiegeln; die junge Generation spricht als Fremdsprache das Englische, und *nur* dies; die Alten sprachen spanisch und haben das Englische nicht dazu gelernt. Die Zivilisationsausdrücke sind spanischen Ursprungs, aber in die einheimische Sprache übergegangen und dadurch verwurzelt. Rassisch ist die Bevölkerung in den Niederungen einheitlich, während in den Gebirgen große Mannigfaltigkeit herrscht; die Bergvölker sind vielfach noch Kopfjäger. Im äußersten Osten leben in geringer Zahl, rassisch und kulturell völlig abgesondert, die kraushaarigen, nichtmalaiischen Negritos. Die Chinesen, die zwar in all den kleinen Siedlungen als Händler sitzen, sind nicht als ein Bevölkerungselement anzusehen. Die Verschiedenheiten im Hausbau der Malaien zeigen landschaftliche Unterschiede, die aber nicht auf Stammeseigentümlichkeiten, sondern auf dem in der Natur vorhandenen Baumaterial beruhen (Dächer aus Gras, Palmwedeln, Bananenblättern usw.). In dem europäisch beeinflußten Gebiet finden sich Siedlungsbilder wie in Insulinde, die einheimischen Hausformen sind hier stellenweise durch Verwendung von Holz vervollkommnet. Die Häuser der zahlenmäßig nicht stark vertretenen Europäer sind meist im spanischen Kolonialstil erbaut; neuerdings macht sich eine starke Amerikanisierung bemerkbar. Siedlungskernpunkte sind die aus der spanischen Zeit stammenden großen Steinkirchen, häufig mit einem Klostergebäude dabei, die sich fast überall auf der Insel finden.

Typisch für das Land ist ein gut ausgebautes Straßennetz, das ursprünglich angelegt worden ist, um die Eingeborenen botmäßig zu machen, und deshalb auch auf die Gebirgsgegenden ausgedehnt wurde, wo an sich ein eigentliches Verkehrsbedürfnis damals nicht vorlag. Erst in jüngster Zeit ist durch die zahlreichen Goldfunde in den Gebirgen zu der strategischen auch eine wirtschaftliche Bedeutung hinzugekommen. Es sind oft phantastisch gewundene Bergstraßen, zum Teil als Einbahnstraßen mit Sperrtoren organisiert. Wo der starke Hochwasserausschlag der Flüsse den Brückenbau erschwerte, wurden Fähren eingerichtet, die aber heute mehr und mehr durch große eiserne Brücken ersetzt worden sind. Der Autoverkehr hat einen neuen Siedlungstyp entstehen lassen, Straßenorte mit Tankstation und sonstigem Bedarf für den Autofahrer — ein Ausdruck des „Benzin-Zeitalters", das mit der amerikanischen Herrschaft hier eingezogen ist. Die Instandhaltung der Straßen macht oft Schwierigkeiten. Ein Taifun kann in kurzer Zeit große Strecken vernichten, da die steilen Hänge viel Verwitterungsmaterial tragen, das bei Unwetter als Steinlawine abgeht.

Das brennendste politische Problem ist heute die Selbständigkeitsfrage. Die Amerikaner haben sich zwar bereit erklärt, die Philippinen nach Ablauf einer bestimmten Zeitspanne freizugeben, doch dürfte diese Erklärung nur als ein politischer Schachzug aufzufassen sein. Wenn auch Amerika immer große Schwierigkeiten gehabt hat, die weit entfernten Inseln zu halten, so glaubt der Vortr. doch nicht, daß man einen so wich-

tigen Stützpunkt wirklich aufgeben wird. Die Philippinen werden nicht imstande sein, sich selbst zu verwalten, und die entstehenden inneren Kämpfe werden Amerika zwingen, wenigstens die großen Kriegshäfen weiter besetzt zu halten. Der japanische Einfluß ist wirtschaftlich nicht unbedeutend, doch hat man da schon manchen Riegel vorgeschoben; daß Japan etwa einen *Macht*einfluß auf die Philippinen gewinnen könne, erklärt der Vortr. für ausgeschlossen.

Am 21. Januar 1935 trug Herr C. SCHOTT, Breslau, einige Ergebnisse seiner Untersuchungen **Zur Entwicklung der Kulturlandschaft von Süd-Ontario** vor. Diese Untersuchungen galten, über das landeskundliche Interesse hinaus, der Klärung allgemein-siedlungskundlicher Fragen, die in Deutschland von einer langen Geschichte überdeckt und deshalb schwer erforschbar sind, während wir in einem jungen Siedlungsgebiet hoffen können, den Problemen näher zu kommen. Das Arbeitsgebiet war der südlichste Teil der kanadischen Provinz Ontario und Kanadas überhaupt, der zwischen Huron-, Erie- und Ontario-See halbinselartig in den Raum der Vereinigten Staaten vorspringt und im Norden durch den Ottawa-Fluß begrenzt wird. Geologisch ist es ein



Lageskizze von Süd-Ontario.

Übergangsgebiet: der größere mittlere und südliche Teil ist paläozoisches Stufenland, während der Norden in das Gebiet der archäischen Rumpfplatte des Kanadischen Schildes hineinreicht. Das Ganze ist glazial geprägt. Am Ende der Eiszeit waren große Teile überflutet, tonige Seeablagerungen entstanden überall im Randgebiet der Großen Seen. Sie sind verschieden mächtig und als gute Böden für die Landwirtschaft von großer Bedeutung. Das kontinental-gegensätzliche Klima ist in der Nähe der Seen sehr gemildert; die über das ganze Jahr verteilten Niederschläge sind reichlich (600—1000 mm). Dagegen ist der Norden recht winterkalt, der Ottawa-Huron-Distrikt geradezu eine Kälteinsel.

Der erste Weiße, der das Land betrat, der Franzose CHAMPLAIN, fand im Huronenland eine dichte Indianerbevölkerung vor, mit verhältnismäßig intensivem Hackbau bei häufiger Felderverlegung; der Wald wurde durch Ringeln zum Absterben gebracht. 1649 wurden die Huronen durch die Irokesen vernichtet, und als 150 Jahre später die Engländer ins Land kamen, war von der indianischen Kulturlandschaft nichts mehr zu bemerken. Die Irokesen waren wieder abgezogen in das Gebiet südlich der Großen Seen. Erst um 1750 dringt in ganz dünner Schicht ein von der Jagd lebendes Indianervolk hierher vor. In dieser Zeit bauen die Franzosen ihr großes Kolonialreich auf, doch entstehen in dem hier betrachteten Gebiet nur wenige Siedlungskolonien, die — da der Fluß der einzige Verkehrsweg war — die Form von Flußhufensiedlungen hatten. Die Abtretung Kanadas an England 1763 bedeutete nicht viel mehr, als einen Wechsel der Besatzung. Den Anstoß zu einer ganz neuen Entwicklung gab erst der Unabhängigkeitskrieg, der eine starke Einwanderung königstreuer Bevölkerungsteile aus den Vereinigten Staaten im Gefolge hatte.

Um diesen Einwandererstrom in geordnete Bahnen zu lenken, wurden große Gebiete in Konzessionen und Lose eingeteilt. Die Vermessung erfolgte nach Townships, in deren Mitte jeweils von Park-Losen umgebene Town-Lose angeordnet wurden. Für die Landstraßen wurde von vornherein Land reserviert; die Anlage des Straßennetzes erfolgte ohne Rücksicht auf die natürlichen Verhältnisse. Als Basislinie für die Aufmessung wurden die Seeufer genommen, wodurch beim Aneinanderpassen der Townships Unregelmäßigkeiten und charakteristische Knicke in den Straßen entstanden.

Die Naturlandschaft war damals größtenteils gut durchgängiger Wald, und zwar Laubwald im Süden, allmählich übergehend zu den Nadelwäldern des Nordens. Eingesprengt waren große Waldlücken, die sog. „Biberwiesen" und — in den südlichen Gebieten — einzelne Prärien, die als naturbedingt aufzufassen sind. Der Boden dieser offenen Landschaften ist weniger ergiebig als der Waldboden, und so geht der Siedler zunächst nicht dorthin, sondern rodet lieber den Wald. Dies geschah anfangs nach indianischer Art durch Ringeln. Später wurde der Wald geschlagen und verbrannt, die Asche als Düngemittel verstreut oder als Pottasche zu Tauschzwecken verwendet. Man schlug die Bäume etwa 1 m über dem Erdboden, die Stubben ließ man stehen. Die Weizensaat wurde einfach auf den Boden gestreut, den man mit einem Ast geritzt hatte; dann wurde eine Baumkrone darüber gezogen, und die Aussaat war fertig. Nach 2 Jahren wurde das Gebiet in Gras gelegt und neues Land gerodet. Erst nach 5—6 Jahren, wenn alle Stämme gefault waren und keinen Widerstand mehr boten, wurde gepflügt. Die Stümpfe wurden im allgemeinen auch dann noch gelassen, und erst um 1850 begann man in größerem Maße mit ihrer Entfernung. Die gerodeten Flächen wurden zum Schutz gegen Raubzeug und weidendes Vieh eingezäunt. Die Zäune errichtete man entweder durch wechselweise gelegte Stämme („Schlangenzäune") oder durch einfaches Aneinanderreihen der herausgeholten Stubben, besonders Kiefernstubben; in den Glazialgebieten findet man zuweilen große Steinmassen zu Mauern aufgehäuft. Heute tritt der Drahtzaun mehr und mehr an die Stelle dieser alten Einfriedigungen. Infolge der Rodung, die etwa 1870—1880 beendet war, war das Land wesentlich trockener geworden, zahlreiche Bäche und Sümpfe waren verschwunden, Wassermühlen mußten aufgegeben werden. Andererseits führte die nun rascher vor sich gehende Schneeschmelze zu einer Verstärkung der Flußhochwässer.

Bei der Vergebung des Landes erhielten die Königstreuen, die aus den Vereinigten Staaten kamen, je nach Rang und Verdienst verschieden große Anteile. Außerdem wurden die Vermessungsunternehmer durch Land entschädigt, und so erhielten viele Leute Land, die gar nicht siedeln wollten, sondern ihre Anteile liegen ließen oder verkauften. Ferner wurde seit 1791 je $^1/_7$ für die Krone und für die protestantische Kirche reserviert. Eine riesige Landspekulation entstand und

führte zu wachsender Mißstimmung, bis endlich seit den dreißiger Jahren der Zwang zum Verkauf freiliegenden Landes nach bestimmten Taxen eingeführt wurde.

Die Größe der bearbeiteten Farmen betrug anfangs etwa 3—400 acre (1 acre ist etwas mehr als $1^1/_2$ Morgen), sank dann allmählich bis auf etwa 70 acre (um 1870), um mit dem Einsetzen der Maschinenkultur wieder auf 110 acre zu steigen. Seit dem Bau der kanadischen Pazifikbahn 1885 trat eine tiefgreifende Umgestaltung der Kulturlandschaft ein. Der Getreidebau der kleinen Farmer war gegen die Konkurrenz des Westens nicht zu halten, man stellte sich auf Viehzucht und — in den fruchtbaren Randgebieten der Seen — auf intensiven Obst- und Gemüsebau um.

Eine letzte Siedlungsbewegung setzte noch einmal im Norden ein, im Gebiet des Kanadischen Schildes mit seinen geringeren, von Nadelwald bestandenen Böden. Sie war von der Regierung künstlich durch Bau von Straßen und durch Propaganda ins Leben gerufen worden, kam aber bald wieder zum Erliegen. An die Stelle des Siedlers trat der Holzfäller, und es begann eine Waldvernichtung durch hemmungslosen Raubbau und häufige, achtlos hervorgerufene Brände. Nur in einzelnen günstig gelegenen Tälern hat sich die Siedlung gehalten, während die Einwohnerzahl mancher Townships zwischen 1890 und 1900 um 70—80% zurückging.

Das Haus des Pioniers ist zuerst eine primitive Hütte aus dachziegelartig gehöhlten Lindenstämmen. Im Laufe der Entwicklung sind dann viel schöne Farmhäuser gebaut worden; das Material blieb Holz, auch für den Kirchenbau. Erst in der neuesten Zeit treten stellenweise gegossene Zementsteine als Baumaterial auf. Die Häuser sind innen oft mit den modernsten Einrichtungen wie fließend warm Wasser u. ä. ausgestattet; alle haben an der hinteren Front den charakteristischen Küchenanbau. Die Nationalität der Siedler prägt sich in mancherlei Eigenheiten aus. So finden wir z. B. in der deutschen Kolonie im Zentrum des Landes die typischen großen Stallscheunen, bei den Franzosen kastenartige, wenig schöne Häuser usw. Die Untersuchung dieser Fragen ist oft nicht leicht, da langsame Wanderungen, Verdrängungen einer Nation durch die andere stattgefunden haben.

Die in der schematischen Aufmessung des Landes vorgesehenen städtischen Siedlungen kamen in den seltensten Fällen zur Entwicklung. Bestimmend waren vielmehr die natürlichen und vor allem die wirtschaftlichen Verhältnisse: Ansatzpunkt der Stadtbildung war die Mehlmühle, der sich bald eine Sägemühle, eine Schmiede, ein Laden zugesellten. So entstanden Pionierorte, meist am St. Lorenz gelegen oder an den Seeufern dort, wo kleine Flüsse aus dem Hinterland mündeten. Mit dem Bau der Eisenbahnen setzte dann eine Flut spekulativer Städtegründungen längs der Bahnlinien ein, und wenn auch durchaus nicht alle lebensfähig waren, verschob sich das Schwergewicht doch zugunsten der Eisenbahnorte. Im heutigen Siedlungsbild gibt es nur eine Großstadt, Toronto, Hauptstadt und Industriezentrum des Landes und dennoch eine Gartenstadt. Für die kleineren Städte ist das Vorherrschen des Einzelhauses typisch; nur wo die Bevölkerung französischen Ursprungs ist, tritt die Mietskaserne stärker in die Erscheinung. Dörfer in unserem Sinne gibt es nicht, auch die kleinsten, als village bezeichneten Ortschaften haben rein städtischen Charakter.

Zum Schluß betonte der Vortr., wie stark sich der Kanadier als Brite fühle und mit Verachtung auf den Amerikaner blicke. Von einem Anschluß an die Vereinigten Staaten könne daher keine Rede sein.

KURT KAEHNE.

Besprechungen.

FRANK, PHILIPP, und RICHARD von MISES, **Die Differential- und Integralgleichungen der Mechanik und Physik.** Band II, Physikalischer Teil. Braunschweig: Friedrich Vieweg & Sohn 1935. Zweite, vermehrte Auflage. Unter Mitarbeit von G. BECK, Kansas (USA.), R. FÜRTH, Prag, R. VON MISES, Istanbul, F. NOETHER, Tomsk, G. SCHULZ, Berlin, A. SOMMERFELD, München, E. TREFFTZ, Dresden, herausgegeben von PHILIPP FRANK, Prag. XXIV, 1106 Seiten und 110 Abbild. 15 cm × 22 cm. Preis geh. RM 60.—, geb. RM 65.—.

Das Werk ist, wie gleichfalls auf der Titelseite zu lesen, „zugleich 8. Auflage von RIEMANN-WEBERS Partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik". Als Ziel bezeichnet PHILIPP FRANK im älteren Vorwort: für unsere Zeit die Erfüllung der Aufgabe zu versuchen, die WEBER so meisterhaft für die seinige gelöst hat. Ich denke, Kritik und Leserkreis haben sich seither auf das Verdikt geeinigt, daß dieses Ziel in vollendeter Art erreicht worden ist. Anstatt die Überschriften der 28 Kapitel zu wiederholen, ist es einfacher zu sagen, daß sie das Gesamtgebiet der Physik, soweit es die Anwendung nichttrivialer mathematischer Methoden erfordert, nahezu lückenlos überdecken. Nahezu lückenlos heißt: es fehlt die Theorie rotierender schwerer Flüssigkeitsmassen, auch die Gezeitentheorie, ferner die Fortpflanzung des Schalles in der Luft. Man wird dies kaum tadeln, da es wenig Sinn gehabt hätte, die ohnedies sehr starke und inhaltsreiche Hydrodynamik durch Exzerpieren der betreffenden Spezialwerke noch mehr anzuschwellen. Im übrigen sind alle bedeutenden Lösungstheorien mit der gebührenden Ausführlichkeit behandelt und durch kennzeichnende Beispiele belegt. Es sei daran erinnert, daß der Gegenstand dieser Darstellung die mathematischen Theorien der Physik, nicht die physikalischen Theorien selbst sind. Diese Zielsetzung bei solcher Vollständigkeit geben dem Werk seinen einzigartigen und unersetzlichen Charakter.

Was bringt die neue Auflage Neues? Der größte Teil der Änderungen steht unter dem Zeichen der seither neu entstandenen Wellenmechanik. Für sie wurde ein sechster Abschnitt, 5 Kapitel umfassend, hinzugefügt (Verfasser: GUIDO BECK) und frühere Teile wurden im Hinblick auf sie abgeändert und ergänzt. So ist ein Kapitel über Strahlenoptik neu entstanden, die ganze Darstellung der theoretischen Dynamik wurde geändert, um die mechanisch-optische Analogie überall deutlich hervortreten zu lassen, ferner wurde der mathematischen Analogie zwischen Diffusionsgleichung und Materiewellengleichung ein neueingeschobener Paragraph gewidmet. So breiten die älteren Theorien gleichsam ihre Teppiche zum Empfang der jungen Novize und diese hat allen Grund zur Dankbarkeit für den freundlichen und wohlüberlegten Empfang, den ihr die ehrwürdigeren Schwestern bereiten. Es war keine leichte Aufgabe, das neue Gebiet, homogen mit den früheren, in mathematischer Neutralität darzustellen und den Interpretationsfragen mit demselben Gleichmut zu begegnen, als handelte es sich darum, ob D'ALEMBERTS oder FOURIERS Lösung der Saitengleichung die richtige ist. Es galt, den mathematischen

Gehalt sauber herauszupräparieren, damit der Leser sich hier ebenso wie auf anderen Gebieten rasch und sicher über den eigentlichen Rechengang, über die exakte Grundlage umstrittener oder anerkannter physikalischer Lehrmeinungen orientieren könne. Wir würden gerne dieses Ziel als *vollkommen* gelungen bezeichnen — und dürfen es wohl auch, wenn wir bloß *einer* kritischen Anmerkung Raum geben.

Man muß sich sehr stark auf die Tradition und den Titel des Werkes berufen, um zu rechtfertigen, daß diese Kapitel mit solcher Entschiedenheit die Methode der Wellenmechanik gegenüber der Matrizen- und der q-Zahlmethode in den Vordergrund rücken. In jeder anderen Hinsicht schiene mir ein neutralerer Standpunkt vorzuziehen. Wie ganz anders leuchtet doch beispielsweise die Theorie des Drehimpulses in ihrer vollen Allgemeinheit auf, wenn man sie nach BORN oder DIRAC für ein beliebiges System mit wenigen großen Federzügen entwickelt, als auf dem schwerfälligen Umweg über die Lösung der Differentialgleichung der Kugelfunktionen. Man gewinnt da den Eindruck von sehr speziellen Beziehungen, die eine sehr eingeschränkte Tragweite haben, an der besonderen Beschaffenheit der Potentialfunktion hängen und dergl. In Wirklichkeit werden die Komponenten des Drehimpulses stets durch dieselben Operatoren dargestellt, ob sie nun zeitlich konstant sind oder nicht, und sie sind zeitlich konstant für jedes abgeschlossene System. — Die Art, wie auf S. 1005 die HEISENBERGschen Bewegungsgleichungen hergeleitet werden, dürfte ohne nähere Erklärung kaum verständlich sein. Zwischen der Definition $F = \frac{\partial}{\partial_x}$ und der Einführung des Begriffes „zeitliche Ableitung von F" klafft eine Lücke. Nach x Differenzieren bedeutet am Dienstag dasselbe wie am Montag. Man mag raten, es sei einfach die Zeitabhängigkeit der zu differenzierenden Funktion gemeint; aber das trifft nicht zu. — Auf S. 621 oben liegt für den Leser das Mißverständnis nahe, daß auch die fortschreitende Welle, die doch die einfachste Lösung von (13) und (14) ist, einer räumlich periodischen Teilchendichte entspreche, was nicht der Fall ist.

Von weiteren Änderungen der neuen Auflage möge noch die Theorie des Elektronenmikroskops erwähnt werden, sowie die Vereinheitlichung in der Darstellung der Hydrodynamik, die diesmal von Herrn VON MISES und Herrn GÜNTHER-SCHULZ übernommen wurde (früher TH. V. KÁRMÁN, C. W. OSEEN, H. FAXÉN). Eine Empfehlung des wertvollen und trefflich ausgestatteten Werkes ist wohl überflüssig. Wer den hohen Preis erschwingen kann, wird es in der Bibliothek seines täglichen Gebrauches nicht missen wollen.

E. SCHRÖDINGER, Oxford.

Alte Probleme — neue Lösungen in den exakten Wissenschaften. Fünf Wiener Vorträge. 2. Zyklus: Leipzig: Franz Deuticke 1934. 117 S. und 6 Abbild. 13 cm × 21 cm. Preis geh. RM 3.50.

Die Erwartungen, die die erste Serie von fünf Vorträgen[1] des „Wiener Kreises" geweckt hat, werden durch die Fortsetzung, die jetzt vorliegt, nicht enttäuscht. Diesmal handelt es sich um einen Zyklus, der von einer einheitlichen Fragestellung beherrscht wird: Wie stellt sich die moderne Wissenschaft zu den Problemen, die der Forschertrieb des Menschen in seinen ersten Anfängen, vor Jahrhunderten und Jahrtausenden, aufgeworfen hat? Die Antwort kann nicht frei von Resignation sein, denn jede Aufklärung hat etwas Enttäuschendes und Ernüchterndes. Aber die Entzauberung der Welt, die man Wissenschaft nennt, bringt für die große Masse der Menschheit materiellen Gewinn und gewährt einigen wenigen reichen Ersatz in der Vertiefung ihrer Einsicht.

Naturgemäß kommen die einzelnen Komponenten dieser Generalantwort in verschiedenem Maße zur Geltung je nach dem Gebiet, das behandelt wird. Der erste und der letzte Vortrag greifen mathematische Themen auf. „Ist die Quadratur des Kreises lösbar?" fragt KARL MENGER und es ist erstaunlich, welche Fülle interessanter Belehrung er mit der — in gewissem Sinne — verneinenden Antwort zu verbinden weiß. Der Zuhörer lernt einige klassische Definitionen höherer Kurven kennen, erfährt etwas von einem modernen Integraphen, bekommt eine anschauliche Erklärung des schwierigen Begriffs der transzendenten Zahlen und wird schließlich verblüfft durch absurd klingende Resultate der heutigen Mengenlehre: Man kann die Sonne und kann eine Erbse derart in gleiche Teile zerlegen, daß in beiden Fällen die Anzahl der Teile dieselbe ist und die Teile der Sonne denen der Erbse einzeln kongruent sind. Mehr auf den Boden der Realität führt uns der Physiker HANS THIRRING, indem er „ganz sachlich und kühl" diskutiert, ob man in den Weltraum fliegen, d. h. andere Weltkörper im Fluge erreichen kann oder zumindest dem Schwerefeld der Erde zu entrinnen vermag. Er zeigt vor allem, daß die Abfahrtsgeschwindigkeit, die hierzu erforderlich wäre, mindestens 40000 km pro Stunde beträgt, eine Zahl, die immerhin etwas hoch über allen bisherigen Weltrekorden liegt. Sehr eingehend und gewissenhaft untersucht der Vortragende die mechanischen und thermischen Grundlagen des Raketenmotors und die Voraussage, mit der er schließt, daß die heutige Generation den Weltraumflug nicht erleben wird, kann wohl als hinreichend begründet gelten.

Dem Chemiker fällt die Star-Rolle im Rahmen dieser fünf Vorträge zu, die den immanenten Problemen der Naturwissenschaft gewidmet sind. Denn keine der Fragen kann stärkere Anziehungskraft auf das große Publikum ausüben als die, ob man Gold aus anderen, leichter erreichbaren Stoffen herstellen kann. HERMANN MARK gibt uns Auskunft über den gegenwärtigen Stand der Versuche zur Umwandlung von Elementen. Eine kurze historische Skizze der älteren Alchimie schließt, wie billig, mit der Episode von 1925 ab, die durch die Namen MIETHE — STAMMREICH gekennzeichnet wird. Dann wendet sich der Vortrag den Ergebnissen der von RUTHERFORD zum erstenmal ausgeführten Atomzertrümmerung zu. Die goldgierigen unter den Zuhörern werden traurig sein, zu hören, daß es über eine Milliarde Jahre dauern würde, wollte man nach dieser Methode mit Hilfe der Emanation einiger Gramm Radium auch nur *ein* Gramm Gold aus unedlem Metall herstellen. Weit tröstlicher ist, was man über die synthetische Darstellung wichtiger Rohstoffe, vor allem über künstlichen Kautschuk, zu hören bekommt. Einigermaßen verwandt den Bestrebungen der Alchimisten ist das Suchen nach dem „Elixier des Lebens", das die Umwandlung toter Stoffe in lebende bewirken soll. Der vierte Vortrag, von FERDINAND SCHEMINZKY, ist diesem biologischen Fragenkreis gewidmet. Die ausführliche, durch viele Abbildungen ergänzte Niederschrift lehrt uns die zahlreichen Schritte kennen, in denen es gelungen ist, einzelne Lebenserscheinungen und Lebensvorgänge künstlich nachzuahmen. Über die Möglichkeit, die Gesamtheit eines „Lebens" künstlich darzustellen, spricht sich der Vortragende skeptisch aus. Vielleicht hätte er hinzufügen dürfen, daß *jede* Nachahmung unvollständig ist und

[1] Vgl. das Referat in Naturwiss. **21**, 867 (1933).

immer nur *eine* Seite des Nachzubildenden wiedergibt, während wir gewöhnt sind, unter „Leben" eine Totalität zu verstehen, die sich eben als solche der Nachbildung notwendig entzieht.

Der fünfte Vortrag, unter dem Titel „Gibt es Unendliches?" von HANS HAHN führt uns in die abstraktere Sphäre der reinen Mathematik zurück. Eine ganze Reihe schwieriger Fragen, vornehmlich aus der Mengenlehre und der Relativitätstheorie, bespricht der Meister klaren Stils hier in vorbildlicher Weise. Wir lesen diese Ausführungen mit Interesse und Gewinn, aber auch mit schmerzlichem Empfinden: Es ist eine der letzten Arbeiten des unerwartet früh verstorbenen Wiener Mathematikers, der die Drucklegung des Vortrages nicht mehr erlebt hat. Seinem Andenken widmet der Herausgeber der Vorträge die letzten Zeilen des Buches. Auch hier soll ein Wort ehrenden Gedenkens für HANS HAHN gesprochen werden. Denn er gehörte zu den Menschen, die heute selten sind, wie sie zu allen Zeiten selten waren, zu denen nämlich, die keine andere Lebensaufgabe kennen, als die *emendatio intellectus*, die Förderung der Erkenntnis. R. v. MISES, Istanbul.

Chemiker-Kalender 1935. Herausgegeben von I. KOPPEL. 1., 2. und 3. Teil. Berlin: Julius Springer 1935. 1. Teil: VI, 117 S. 2. Teil: IV, 733 S. 3. Teil: VI, 611 S. 10 cm × 15 cm. Preis in 2 Bänden geb. RM 20.—.

Der Chemiker-Kalender 1935 setzt die Reihe dieser für den Praktiker unentbehrlich gewordenen Jahrbücher in altgewohnter gediegener und doch nicht veraltender Form fort.

Von wesentlichen Änderungen gegenüber dem Inhalt des vorjährigen Kalenders sind die folgenden Punkte zu erwähnen:

Größere neue Kapitel. 1. In die Schilderung der angewandten Chemie ist ein von RYSCHKIEWITSCH verfaßter Abschnitt: „Neue keramische Erzeugnisse für besondere Beanspruchungen" eingefügt, in welchem silikathaltige wie auch silikatfreie Massen von besonders hoher thermischer, elektrischer und chemischer Widerstandsfähigkeit, extrem hohem Wärmeleitvermögen usw. zusammengestellt sind. 2. Als Beitrag zum Hauptkapitel „Analyse" schildert v. HEVESY in gedrängter, durch geschickt ausgewählte Beispiele vorteilhaft illustrierter Darstellung die „Chemische Analyse mit Röntgenstrahlen" (Vermessung von Röntgen-Emissionsspektren). 3. MARK setzt seine Serie von Kapiteln über die röntgenographische Kristallstrukturforschung (1933: „Kristalle vom Diskontinuumsstandpunkt", 1934: „Methoden der Röntgenstrahlbeugung an Molekülen und Kristallen") mit dem Abschnitt „Ergebnisse der Strukturanalyse von Kristallen" fort. In konzentriertester Form wird hier ein leichtverständlicher Überblick über die mit Hilfe der röntgenographischen Methoden qualitativ und quantitativ erforschten Raumgitter kristallisierter Elemente und Verbindungen gegeben, der, ergänzt durch verschiedene, wichtige Daten enthaltende Tabellen, mannigfache Auskünfte vermittelt. 4. Als diesjähriges wirtschaftliches Kapitel hat SCHAUB eine sehr lesenswerte Darstellung der „Chemischen Industrie in Rußland" geliefert, welche ähnlich wie der letztjährige Überblick über die Größe und Leistungsfähigkeit der japanischen Chemieindustrie einen lebhaften Eindruck von der raschen Emanzipierung dieser Länder in Einzelgebieten der chemischen Technik vermittelt.

Ergänzende Einfügungen und sonstige Änderungen. Im 1. Bändchen sind die „Formeln und Regeln zur Berechnung physikalischer Konstanten", welche bisher eine große Fülle von mehr oder weniger sichergestellten Näherungsformeln enthalten haben, erheblich gekürzt, mit dem Resultat, daß diese Formelsammlung erheblich übersichtlicher und auf die wirklich exakten, allgemeingültigen mathematischen Beziehungen beschränkt ist: zweifellos ein Gewinn für den Benutzer. — In den Darstellungen der „Technisch-chemischen Untersuchungen" und der „Industrien organischer Stoffe" sind wieder einige Einzelkapitel im üblichen Turnus gegen solche des Vorjahres ausgewechselt. Im 3. Band ist das Kapitel „Änderungen des Aggregatzustandes" durch einige Hinweise auf Umwandlungen, Dimorphie und Polymorphie ergänzt; bei den Lösungserscheinungen werden auch die kinetischen Verhältnisse etwas gestreift.

Im übrigen ist nach dankenswerter Gepflogenheit eine *Modernisierung vieler Einzelabschnitte* durchgeführt. Als Beispiele seien genannt: „Wasserreinigung mit Trinatriumphosphat", Einfügung der neuesten Fälle von „Organischen Reagenzien in der quantitativen Analyse anorganischer Stoffe", zahlreiche Ergänzungen in dem wichtigen Kapitel „Farben, Textilveredelung". Im 3., die wissenschaftlichen Grundlagen behandelnden Band bucht SWINNE die neuesten Forschungsergebnisse im „Aufbau der Materie" (experimentelle Nachweise und Eigenschaften des Positrons, Hauptergebnisse auf dem neu erschlossenen Gebiet der künstlich erzeugten radioaktiven Elemente, Referierung wichtiger neuer Feststellungen über den Bau der Atomkerne und über die Eigenschaften des schweren Wasserstoffs und des schweren Wassers). Hier hat auch eine sehr zweckmäßige Umstellung bei der Darstellung der chemischen Bindungsarten stattgefunden; die Bandenspektren sind etwas eingehender behandelt. Frisch überarbeitet und auf den neuesten Stand gebracht sind auch die Kapitel „Atom- und Molekulargewicht" sowie „Kolloidchemie" (Reinigungsmethoden, Ultrazentrifuge usw.).

Wie alljährlich, so stellt also der Chemiker-Kalender auch heuer wieder eine Fundgrube brauchbarer Wissensgüter für den gelegentlichen Benutzer und besonders den systematischen Leser dar.

W. FRANKENBURGER, Ludwigshafen a. Rh.

ANTROPOFF, A. v., **Experimentelle Einführung in die Chemie.** 3. Aufl. Leipzig: Leopold Voss 1935. 94 S. und 12 Abbild. 12 cm × 20 cm. Preis brosch. RM 2.70.

Die in dritter neubearbeiteter Auflage vorliegende Einführung in die Chemie von A. v. ANTROPOFF wahrt die bekannte Tradition des *Bonner* Laboratoriums für sorgfältigen chemischen Unterricht. Auf knapp 100 Seiten werden die in der Anfängervorlesung behandelten Grundtatsachen der allgemeinen und anorganischen Chemie experimentell behandelt, so daß der Anfänger in eigenen Versuchen das in der Vorlesung Gesehene und Gehörte vertiefen kann. Die zahlreichen „Fragezeichen" im Text sind eine notwendige Anregung für den Studierenden auch größere Werke zu Rate zu ziehen. In vielen Punkten berührt sich das Buch mit den bekannten seinerzeit durch HABERS Initiative auch in Deutschland eingeführten Übungen von SMITH, die jetzt von V. KOHLSCHÜTTER betreut werden. Auch für Lehramtskandidaten dürfte das ANTROPOFFsche Werkchen sehr brauchbar sein. Das gut ausgestattete im Preis noch angemessene Buch kann wegen der besonders auch pädagogisch guten Abfassung durchaus empfohlen werden.

E. TIEDE, Berlin.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. Dr. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.